

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ  
ШУБАРКОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Щербакова К.Ю.<sup>1</sup>, Бреус С.С., Пашковский Р.В.

Научный руководитель: Лебедев Б.В., к.т.н., доцент

<sup>1</sup>ООО «Инженерный центр «Теплоуниверсал», 634050 Томск, пр. Ленина 30а

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050 Томск, пр. Ленина 30  
Email: kseniashcherbakova@gmail.com

**TECHNOLOGICAL SOLUTIONS OF SHUBARKOL DEPOSIT COAL GASIFICATION**

Shcherbakova K.Y.<sup>1</sup>, Breus S.S., Pashkovskiy R.V.

Scientific Supervisor : Lebedev B.V., PhD

<sup>1</sup>Engineering Center «Teplouniversal» LLC, 634050 Tomsk, Lenin Avenue 30a

<sup>2</sup>National research Tomsk polytechnic university, 634050 Tomsk, Lenin Avenue 30  
Email: kseniashcherbakova@gmail.com

*Shubarkol deposit coal research was conducted. Researched fuel thermotechnical characteristics and chemistry were determined. Initial fuel gasification was carried out with final products obtaining: syntetic gas and semi-coke. Researched coal gasification optimal parameters applicable to used laboratory station are determined.*

Эффективное использование энергетических ресурсов планеты волнует на сегодняшний день все человечество. Запасы углеводородных топлив ограничены, поэтому особое внимание следует уделить экономически и экологически эффективным технологиям.

Технология газификации является одним из способов переработки природного топлива (угля, торфа, биомассы и др.), позволяющих максимально эффективно использовать практически все продукты данного процесса. По этой причине решено провести исследование угля Шубаркольского месторождения в лабораторных условиях с целью определения оптимальных параметров процесса.

Технологический процесс газификации твердого топлива представляет собой окисление углеродосодержащего топлива под воздействием высокой температуры, атмосферного или повышенного давления, при ограниченном доступе кислорода. Продукты газификации: синтетический газ, применяющийся на качестве топлива, для получения жидкого топлива, удобрений, очищенного водорода и метана, и полукокс, применяющийся в металлургии как топливо [1].

Классификация исследуемого угля Шубаркольского месторождения потребовала определения элементного состава (таблица 1) и лабораторных исследований теплотехнических характеристик (таблица 2). Полученные результаты позволяют классифицировать исследуемый, как маловлажный ( $W_r^t=12,72-13,07\%$ ), малозольный (зольность  $A_r^t=3,2\% < 9\%$ ), высокорекреационный (выход летучих  $V_r^t=32,55-33,66\% > 25\%$ ), каменный (теплота сгорания  $Q_s^r = 32968,6 \text{ кДж/кг} = 7880 \text{ ккал/кг} > 5700 \text{ ккал/кг}$  и среднее содержание углерода  $C=75,234\%$ ).

Таблица 1

Результаты элементного анализа угля Шубаркольского месторождения

Название пробы	Масса пробы, мг	Влажность пробы, %	Доля вещества в пробе, %				
			C	H	O	N	S
Уголь ШК	2,076	8,82	73,64	4,526	19,796	1,58	0,458
Уголь ШК	2,043	8,82	75,29	4,729	18,113	1,59	0,278
Уголь ШК	2,013	8,82	76,17	4,771	17,152	1,63	0,277
Среднее значение	2,054	8,82	75,03	4,68	18,35	1,60	0,34

Таблица 2

Теплотехнические характеристики исследуемого угля

Теплотехническая характеристика	Обозначение	Ед. изм.	Значение	Классификация угля	Методика
Влажность внешняя	$W_{ex}$	%	4,81	маловлажный	ГОСТ Р 52911-2008
Влажность общая	$W_r^t$	%	12,72-13,07	маловлажный	ГОСТ Р 52911-2008
Влажность приведенная	$W_{пр}$	%	0,46-0,47	маловлажный	ГОСТ Р 52911-2008
Зольность рабочего состояния	$A_r^t$	%	3.2	малозольный	ГОСТ Р 55661-2013
Зольность приведенная	$A_{пр}$	%	0,116	малозольный	ГОСТ Р 55661-2013
Содержание летучих веществ на рабочее состояние	$V_i^r$	%	32,55-33,66	высокорреакционный	ГОСТ Р 55660-2013
Содержание летучих веществ на сухую беззольную горючую массу	$V^{daf}$	%	38,71-40,20	высокорреакционный	ГОСТ Р 55660-2013
Высшая теплота сгорания рабочей массы беззольного угля	$Q_s^r$	кДж/кг (ккал/кг)	32968,6 (7880)	каменный	ГОСТ 147-2013

Газификация угля Шубаркольского месторождения проведена на лабораторной установке по переработке различных видов топлив [2]. Газификация исследуемого топлива заключается по большей мере в воздействии высоких температур (100-500 °С) на дробленку исходного угля. Реактор установки заполнен исследуемым топливом, плотно закрыт крышкой. Внутри реактора расположен нагревательный элемент. Доступ окислителя ограничен. Тепло нагревательного элемента внутри реактора инициирует химические реакции. Происходит выделение горючего газа.

В ходе газификации, проведенной в лабораторных условиях, производится отбор проб получаемого синтетического газа в интервалом температур 100 °С до достижения температуры 500 °С в реакторе. В таблице 3 представлены результаты анализа состава полученного газа, выполненного на газоанализаторе Хроматэк-Кристалл.

По результатам исследования был построен график зависимости изменения состава синтетического газа от температуры на выходе из реактора при ее изменении от 200 до 500 °С (рисунок 1). Из графика видно, что наибольшее количество горючих составляющих, углеводороды и водород, в составе исследуемого газа находится при температуре в реакторе 400 °С. Во время газификации в лабораторных условиях наблюдалось увеличение температуры с 200 до 500 °С, при этом: доля окиси углерода увеличивалась с 10,4 до 14,6 %, при T=400 °С - 13,8 %; доля двуокиси углерода уменьшалась с 30,5 до 12,2 %, при T=400 °С - 15,1 %; максимальная доля водорода, 17,8%, наблюдалась при T=400 °С, а дальнейшее повышение температуры сопровождается понижением доли водорода, содержание которого в ходе процесса газификации изменяется в пределах от 2,7 до 17,8 %; доля кислорода при повышении температуры снижалась с 2,6 до 0,4 %, при T=400 °С - 1 %

Таблица 3

Результаты анализа состава синтез газа

Температура отбора пробы, t °C	200	300	400	500	
Состав газа, %	CH <sub>4</sub>	21,4	35,2	36,8	37
	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	6,5	5,9	4,4	1,6
	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1,5	1	0,7	0,2
	другие	14,9	9,7	6,6	12,8
	CO	10,4	11,4	13,8	14,6
	CO <sub>2</sub>	30,5	18,8	15,1	12,2
	H <sub>2</sub>	2,7	11,6	17,8	13,5
	N <sub>2</sub>	9,6	5,1	3,9	7,6
	O <sub>2</sub>	2,6	1,2	1	0,4

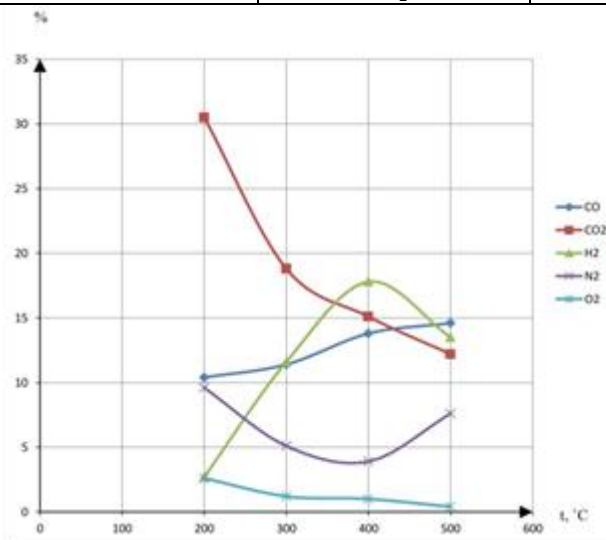


Рис. 1. Изменение состава синтетического газа в зависимости от температуры на выходе из реактора

Таблица 4

Результаты элементного анализа полукокса, полученного из угля Шубаркольского месторождения

	m, мг	W, %	Доля вещества в пробе, %				
			N	C	H	S	O
ПК ШК	2,003	1,4	2,1	87,8	2,7	0,2	7,2
ПК ШК	2,083	1,4	2,1	88,1	2,8	0,1	6,9
ПК ШК	2,044	1,4	2,1	87,8	2,7	0,2	7,3

В результате лабораторных исследований определены теплотехнические характеристики, элементный состав угля Шубаркольского месторождения, выполнена газификация исследуемого угля. По результатам исследования определена температура (400 °C), при которой технология газификации исследуемого топлива является наиболее эффективной в силу того, что при данной температуре получаемый синтетический газ содержит наибольшее количество горючих составляющих и минимум балласта. Таким образом, справедливо сказать, что выявлена оптимальная температура переработки исследуемого топлива в лабораторных условиях применительно к использованной лабораторной установке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Полукокс // Карбоника – Ф. URL: <http://www.carbonica.ru/polukoks.html> (дата обращения 16.02.2015).
2. Табакаев Р. Б., А. В. Казаков, А. С. Заворин. Перспективность низкосортных топлив Томской области для теплотехнологического использования // Известия Томского политехнического университета. — 2013. — Т. 323, № 4. — [С. 41-46].