



УДК 662.664

DOI: 10.31643/2020/6445.39



МРНТИ 53.01.05

## Изучение влияния технологических параметров процесса коксования на качество каменноугольной смолы, получаемой в коксовых печах АО «АрселорМиттал Темиртау»

А.Б. Ахметов, И. Н. Рахимбекова, С.Н. Шаркаев, А.Э. Ильясов

*Химико-металлургический институт им. Ж.Абишева, Караганда, Казахстан*

\* Электронная почта автора: a.akhmetov-steel@mail.ru

Статья поступила: 28 октября 2020

Рецензирование: 13 ноября 2020

Принята в печать: 07 декабря 2020

### АННОТАЦИЯ

В статье приводятся результаты исследований, проведенных с целью установления причины увеличения плотности каменноугольной смолы, свыше нормативной 1,22 г/см<sup>3</sup>, на коксохимическом производстве АО «АрселорМиттал Темиртау». Исследовались пробы концентратов углей с девяти пластов восьми шахт Карагандинского угольного бассейна и концентрат угля марки ГЖ, поставленный в коксохимпроизводство АО «АрселорМиттал Темиртау» из ЦОФ «Кузнецкая» (Россия). В ходе работ выявлена зависимость состава газов от температуры, воздействующей на выделившийся при коксовании газ. Экспериментально установлено, что с повышением температуры выделяющегося коксового газа свыше 750°C до 1000°C происходит испарение легких фракций из смолы и их удаление в газоотводящий тракт, что сопровождается утяжелением, увеличением плотности, улавливаемой для переработки в пек каменноугольной смолы. Тем самым результаты исследований смолы, выделенной в разных температурных интервалах указывают, что показатели выхода смолы и ее плотности при испытаниях концентратов подчиняются определенной закономерности – с увеличением температуры коксования и при перегреве выделяющегося газа увеличивается плотность смолы и снижается ее выход. Исследованиями в цехе установлено, что технологической причиной утяжеления смолы коксового газа является низкий уровень засыпи угольной шихты, что дает возможность коксовому газу задерживаться в подсвдовом пространстве и перегреваться до 1000°C, усиливая улет легких фракций смолы с газом.

**Ключевые слова:** Уголь, каменноугольная смола, кокс, метан, плотность смолы.

### Информация об авторах:

**Ахметов Абулхасим Балжиевич**

Кандидат технических наук, заведующий лабораторией. Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, лаборатория «Металлургия стали и материаловедение», Караганда, Казахстан. ORCID ID: 0000-0003-2534-9973. Email: a.akhmetov-steel@mail.ru.

**Рахимбекова Индира Нурлановна**

Бакалавр, инженер. Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, лаборатория «Металлургия стали и материаловедение», Караганда, Казахстан. ORCID ID: 0000-0002-5390-9520. Email: indira\_98r@mail.ru.

**Шаркаев Сергей Николаевич**

Магистр, научный сотрудник. Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, лаборатория «Металлургия стали и материаловедение», Караганда, Казахстан. ORCID ID: 0000-0001-8282-991X. Email: sharkaev\_sergey@mail.ru.

**Ильясов Асет Элболсынович**

Магистр, научный сотрудник. Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, лаборатория «Металлургия стали и материаловедение», Караганда, Казахстан. ORCID ID: 0000-0002-0125-1210. Email: aset-ilyasov@mail.ru.

### Введение

В последнее время на коксохимическом производстве АО «АрселорМиттал Темиртау» существенно изменилось качество каменноугольной смолы в сторону увеличения ее плотности, свыше 1,22 г/см<sup>3</sup>. Предполагалось, что это вызвано вовлечением в коксование малоизученных углей из новых пластов Карагандинского угольного бассейна, из которых возможно выделяются коксовый газ и каменноугольная смола с

иными составами и свойствами, не удовлетворяющими требованиям получения качественных пеков.

Целью работы ставилось установление истинной причины увеличения плотности каменноугольной смолы и изучение влияния на ее плотность условий коксования в печах АО «АМТ». В частности влияния температуры коксового газа, из которого улавливается каменноугольная смола, при его удалении из печи. Для чего исследовались пробы концентратов углей с

девяти пластов восьми шахт Карагандинского угольного бассейна и концентрат угля марки ГЖ, поставленный в коксохимпроизводство АО «АрселорМиттал Темиртау» из ЦОФ «Кузнецкая» (Россия).

В ходе исследований установлены зависимости состава газов и плотности смолы коксования концентратов углей от температуры коксового газа, а также их связь как причина утяжеления смолы свыше нормативной плотности.

### Экспериментальная часть

Исследования коксовых газов полученных из концентратов углей угольного департамента АО «АрселорМиттал Темиртау» проводились в лабораторном реакторе при трех тепловых режимах – с температурами газа 550 °С, 750 °С и при 1000 °С. При этом задачей исследования ставилось выявление зависимости состава газов и плотности смолы от температуры газа.

Известно, что основной объем газа при коксовании выделяется в интервале температур нагрева угольной шихты 380-600 °С [1,5,7]. Такой газ называется первичным или газом полукоксования. При дальнейшем нагреве угля, с превращением его в полукокк и далее – в кокс, интенсивность выделения газа снижается. В реальных условиях, в камере коксовой печи, процесс превращения угольной шихты в кокс идет постепенно – перемещающимся фронтом от стенок камеры к середине пирога. Таким образом, и первичный газ выделяется большую часть времени нахождения шихты в печи, прекращая выделяться только при полном ее спекании, со встречей фронтов спекания в середине пирога. [2,3,4] Коксовый же газ, получаемый и используемый в промышленных условиях это, по сути, первичный газ, подвергшийся дополнительному нагреву до 750 °С при его прохождении через пространство между шихтой и раскаленным сводом, а также стенками печи по периметру шихты.

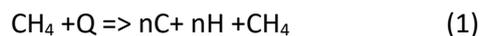
Первая серия исследований велась в лабораторном коксовом реакторе при температуре шихты в пределах 700 °С и температуре отходящего газа в пределах 550 °С. То есть при температурах полукоксования, заведомо ниже, чем в реальных условиях в промышленной печи, в которой температура большей части шихты достигает 900-1000 °С, а температура газа в подсводовом пространстве достигает 750 °С. Вторая серия испытаний проводилась при температуре угольной шихты в реакторе 1000 °С. Температура выделяющегося газа при этом составила 750 °С.

В третьей серии температуру коксования выдерживали в пределах также 1000 °С, температуру выделившегося газа поднимали посредством нагрева отводящей трубки до 1000 °С, т.е. с перегревом на 250 °С выше температуры 750 °С, обычной для газа, эвакуируемого из подсводового пространства реальной коксовой печи.

### Обсуждение результатов

Исследование состава полученных газов производилось на хроматографе «Кристаллюкс-4000М». Установлено, что выход первичного газа и его состав прямо связан с вещественным составом органической массы исходных углей, определяется генезисом и условиями их метаморфизма, которые у исследуемых углей оказались сопоставимыми. Соответственно и состав газовой выделяемых при коксовании примерно одинаковый. Как видно из результатов полукоксования, таблица 1, в составе низкотемпературных первичных газов преобладает метан, в пределах от 48,3 до 56,97 %, кроме состава газов в угле пласта К<sub>10</sub> ш. «им. Кузембаева», «Саранской» К<sub>7</sub> и «им.Ленина» Д<sub>6</sub>. В них доля метана и водорода находятся примерно в равных количествах 48,3-47,97 % и 50,89-47,15 % соответственно. Концентрации обнаруженных хроматографом второстепенных, попутных газов – СО, С<sub>2</sub>Н<sub>6</sub>, С<sub>3</sub>Н<sub>8</sub>, О<sub>2</sub>, СО<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, С<sub>3</sub>Н<sub>6</sub> и С<sub>2</sub>Н<sub>4</sub> невысоки и находятся в допустимых пределах, характерных для коксования.

Преобладание метана в первичном, низкотемпературном газе можно объяснить неполной диссоциацией метана на водород и углерод при исследуемой температуре (550 °С) и определенными равновесными условиями, соответствующими условиям протекания процесса термического разложения первичного газа в печи. Упрощенную реакцию диссоциации метана под воздействием температуры можно представить в следующем виде:



При этом выделяющийся свободный углерод (С) в условиях реальной коксовой печи частично превращается в твердый «технический углерод», структурно схожий с графитом, вызывая явление, называемое «заграфичиванием» стенок печи [6,8,9]. С увеличением температуры газа количество метана сокращается и увеличивается доля продукта его диссоциации – водорода.

**Таблица 1** – Состав полукоксового газа при температуре газа 550 °С

№ п/п	Наименование шахт Индекс пласта.	Компоненты, входящие в состав газа, %							
		Метан СН <sub>4</sub>	Водо- род, Н <sub>2</sub>	Моноксид углерода, СО	Этан, С <sub>2</sub> Н <sub>6</sub>	Пропан, С <sub>3</sub> Н <sub>8</sub>	Кисло- род, О <sub>2</sub>	Двуокись углерода, СО <sub>2</sub>	Азот, N <sub>2</sub>
1	«Абайская» пласт К <sub>18</sub>	56,79	28,67	1,73	1,60	1,44	0,61	3,79	5,31
2	«Тентекс-кая» пласт Д <sub>6</sub>	56,58	47,43	2,90	0,40	-	0,15	1,12	0,94
3	«им. Кузембаева» пласт К <sub>10</sub>	48,51	53,73	4,43	-	-	-	-	1,73
4	«им. Костенко» пласт К <sub>3</sub>	56,92	36,42	2,51	1,37	1,12	-	-	1,43
5	«Казахстанская» пласт Д <sub>6</sub>	54,97	34,02	1,42	1,55	1,44	-	3,08	1,84
6	«Казахстанская» пласт Д <sub>11</sub>	56,72	38,86	-	1,13	-	-	-	-
7	«Шахтинская» пласт Д <sub>1-2</sub>	56,44	43,26	2,06	0,83	-	1,01	-	5,95
8	«Саранская» пласт К <sub>7</sub>	48,30	47,97	-	1,45	1,32	-	1,10	-
9	«им. Ленина» пласт Д <sub>6</sub>	50,89	47,15	-	1,27	-	-	-	0,94
10	ЦОФ «Кузнецкая» (РФ)	53,72	30,43	4,16	1,40	-	-	3,05	1,32

Во второй серии в составе газов наблюдается картина, противоположная результатам испытаний низкотемпературного газа – происходит преобладание доли водорода над долей метана, в среднем на 21,5 %. Снижение доли метана объясняется интенсификацией реакции его разложения, вызванной, как ростом температуры газа, так и его некоторым перегревом при контакте, по мере его выделения по периметру спекающейся шихты с горячими стенками

коксового реактора, таблица 2.

В целом такое соотношение основных выделившихся газов в исследуемом районе температур (750 °С) и шихты (1000 °С) показывает на соответствие органического состава исследуемых угольных концентратов требованиям коксования.

В этом случае среднее содержание водорода больше чем содержание метана на 38,5 %.

**Таблица 2** – Состав коксового газа при температуре газа 750 °С и 1000 °С

№ п/п	Наименование шахт Индекс пласта.	Температура газа 750 °С		Температура газа 1000 °С	
		Метан, СН <sub>4</sub> , %	Водо- род, Н <sub>2</sub> , %	Метан, СН <sub>4</sub> , %	Водород, Н <sub>2</sub> , %
1	«Абайская» К <sub>18</sub>	33,54	48,21	27,89	60,55
2	«Тентекская» Д <sub>6</sub>	33,87	57,45	28,33	70,39
3	«им. Кузембаева» К <sub>10</sub>	30,92	60,32	25,62	70,72
4	«им. Костенко» К <sub>3</sub>	33,96	50,31	28,87	61,12
5	«Казахстанская» Д <sub>6</sub>	32,44	50,45	27,82	61,51
6	«Казахстанская» Д <sub>11</sub>	32,97	52,45	27,54	64,36
7	«Шахтинская» Д <sub>1-2</sub>	33,82	54,15	28,96	65,46
8	«Саранская» К <sub>7</sub>	30,56	58,84	26,47	70,14
9	«им. Ленина» Д <sub>6</sub>	31,62	57,55	26,45	68,39
10	ЦОФ «Кузнецкая» (РФ)	32,15	50,14	26,94	61,44

**Таблица 3** – Характеристики смол из различных концентратов при температуре полукоксования 700 °С и температуре газа 550 °С

№	Концентрат	Выход смолы из концентрата, г	Выход смолы из концентрата, %	Зольность смолы, г	Плотность смолы, г/см <sup>3</sup> при t шихты 700 °С и t газа 550 °С
1	«Абайская» К <sub>18</sub>	18,38	4,99	0,02817	1,05
2	«Тентекская» Д <sub>6</sub>	33,14	9,01	0,03744	0,98
3	«Шахтинская» Д <sub>1</sub> Д <sub>2</sub>	22,72	6,17	0,0485	0,99
4	«им. Кузембаева» К <sub>10</sub>	18,00	4,89	0,0595	0,96
5	ш. «им. Ленина» Д <sub>6</sub>	16,08	4,35	0,0395	0,96
6	ш. «Саранская» К <sub>7</sub>	9,34	2,50	0,2435	1,02
7	ш. «Казахстанская» Д <sub>6</sub>	15,38	4,18	0,0690	0,99
8	ш. «Казахстанская» Д <sub>11</sub>	16,68	4,50	0,2611	1,04
9	ш. «им. Костенко» К <sub>3</sub>	19,74	5,36	0,0446	0,99
10	ЦОФ «Кузнецкая»	14,22	3,84	0,2017	1,08

**Таблица 4** – Характеристика смол из различных концентратов при температуре коксования 1000 °С и температуре газа 750 °С

№	Концентрат	Выход смолы из концентрата, (г)	Выход смолы из концентрата, (%)	Зольность смолы, %	Плотность смолы, г/см <sup>3</sup> при t шихты 1000 °С и t газа 750 °С
1	«Абайская» К <sub>18</sub>	17,05	4,18	0,0312	1,11
2	«Тентекская» Д <sub>6</sub>	24,31	6,61	0,0294	1,10
3	«Шахтинская» Д <sub>1</sub> Д <sub>2</sub>	20,75	5,86	0,0451	1,10
4	«им. Кузембаева» К <sub>10</sub>	17,88	4,86	0,0531	1,09
5	ш. «им. Ленина» Д <sub>6</sub>	15,05	4,09	0,0400	1,09
6	ш. «Саранская» К <sub>7</sub>	8,15	2,26	0,2512	1,11
7	ш. «Казахстанская» Д <sub>6</sub>	13,99	4,08	0,0720	1,12
8	ш. «Казахстанская» Д <sub>11</sub>	15,65	4,06	0,2901	1,13
9	ш. «им. Костенко» К <sub>3</sub>	18,23	4,80	0,0398	1,08
10	ЦОФ «Кузнецкая»	12,50	3,08	0,1895	1,12

**Таблица 5** – Характеристика смол из различных концентратов при температуре коксования 1000 °С и температуре газа 1000 °С

№	Концентрат	Выход смолы из концентрата, (г)	Выход смолы из концентрата, (%)	Зольность смолы, %	Плотность смолы, г/см <sup>3</sup> при t шихты 1000 °С и t газа 1000 °С
1	«Абайская» К <sub>18</sub>	14,45	3,93	0,02760	1,19
2	«Тентекская» Д <sub>6</sub>	22,13	6,02	0,02967	1,19
3	«Шахтинская» Д <sub>1</sub> Д <sub>2</sub>	15,77	4,29	0,03980	1,22
4	«им. Кузембаева» К <sub>10</sub>	14,1	3,86	0,0595	1,18
5	ш. «им. Ленина» Д <sub>6</sub>	13,09	3,56	0,03655	1,18
6	ш. «Саранская» К <sub>7</sub>	7,58	2,09	0,2284	1,21

7	ш. «Казахстанская» Д <sub>6</sub>	12,53	3,41	0,0484	1,22
8	ш. «Казахстанская» Д <sub>11</sub>	13,16	3,58	0,2711	1,27
9	ш. «им. Костенко» К <sub>3</sub>	14,59	3,97	0,04733	1,17
10	ЦОФ «Кузнецкая»	9,33	2,54	0,2102	1,25

Таблица 6 – Характеристика примесей смол из углей концентратов коксования Карагандинского угольного бассейна

№ пп	Концентрат	Массовая доля воды, %	Массовая доля веществ, нерастворимых в хинолине ( $\alpha$ -фр.), %	Массовая доля веществ нерастворимых в толуоле, %	Массовая доля нафталина в пересчете на безв. К.С., %	Условная вязкость (СР), °ВУ
1	ш. «Абайская» К <sub>18</sub>	2,36	3,7	9,95	8,6	7,1
2	«ш.Тентекская» Д <sub>6</sub>	2,2	3,45	8,72	8,5	7,5
3	ш. «Шахтинская» Д <sub>1</sub> Д <sub>2</sub>	3,1	3,85	10,65	8,7	6,95
4	ш. «им. Кузембаева» К <sub>10</sub>	2,1	3,75	9,43	8,9	7,6
5	ш. «им. Ленина» Д <sub>6</sub>	2,3	3,25	10,85	8,55	7,45
6	ш. «Саранская» К <sub>7</sub>	2,3	3,15	9,84	8,8	7,25
7	ш. «Казахстанская» Д <sub>6</sub>	2,3	3,2	10,27	8,65	7,6
8	ш. «Казахстанская» Д <sub>11</sub>	1,7	3,6	10,54	8,9	7,85
9	ш. «им. Костенко» К <sub>3</sub>	2,8	3,0	9,59	8,15	7,7
10	ЦОФ «Кузнецкая»	1,8	3,4	9,83	8,5	7,8

Зависимость параметров и показателей смолы коксования от температуры газа определялась также в тех же трех тепловых режимах.

В первой серии исследований был определен выход смолы, также из низкотемпературного газа, при температуре полукоксования 700 °С и температуре газа 550-600 °С. При этой температуре из концентратов ряда шахт получены смолы с плотностью ниже 1 г/см<sup>3</sup> – «Тентекская» Д<sub>6</sub>, «Шахтинская» Д<sub>1</sub>Д<sub>2</sub>, «им. Кузембаева» К<sub>10</sub>, и концентрат «им. Ленина» Д<sub>6</sub>. Чуть выше 1 г/см<sup>3</sup> имеют смолы концентратов - «Абайская» К<sub>18</sub>, «Саранская» К<sub>7</sub>, «Казахстанская» Д<sub>11</sub> и концентрат ЦОФ «Кузнецкая».

Во второй серии испытаний режим нагрева соответствовал температурным режимам характерным для получения металлургического кокса – температура шихты 1000 °С и температура газа в пределах 750 °С, т.е. при температуре газа в подсводовом пространстве коксовой печи, в условиях соответствующих нормальному ходу процесса коксования. Средняя плотность составила 1,109 г/см<sup>3</sup>.

В третьей серии испытаний моделировались условия соответствующие низкому уровню

засыпи угольной шихты, когда газ задерживаясь в подсводовом пространстве мог перегреться на 200-300 °С. В этом случае плотность смолы увеличилась в среднем до 1,17-1,27 г/см<sup>3</sup>.

Полная характеристика выделяющихся смол из изучаемых концентратов углей при исследуемых температурах приведена в таблицах 3,4,5.

Исследованная зольность смол существенно не меняется от температуры. Незначительная повышенная зольность, до 0,29 %, наблюдается только у смол концентратов угля шахт «Саранская» К<sub>7</sub>, «Казахстанская» Д<sub>11</sub>, ЦОФ «Кузнецкая». Средняя зольность не превышает 0,099 %, то есть находится в пределах нормы.

Определение массовой примесей – доли воды, массовой доли веществ нерастворимых в хинолине, массовой доли веществ нерастворимых в толуоле, массовой доли нафталина и условной вязкости смолы проведены по стандартным методикам [10,11,12]. Полученные параметры, в целом, соответствуют пределам сопутствующим условиям проведенных испытаний, таблица 6.

Результаты испытаний показывают, что

показатели выхода смолы и ее плотности при испытаниях концентратов также подчиняются определенной закономерности – с увеличением температуры коксования и при перегреве выделяющегося газа снижается выход смолы и увеличивается ее плотность.

## Выводы

Серией экспериментов в трех температурных вариантах установлено, что основной причиной увеличения удельной плотности каменноугольной смолы свыше 1,22 г/см<sup>3</sup> является избыточный пиролиз смолистых составляющих газа и увеличение доли легких фракций, происходящие вследствие перегрева свыше 1000 °С

выделившегося газа. Тем самым конденсации и улавливанию в барильетах коксовых печей подвержены более тяжелые фракции, а легкие фракции смолы при этом уходят в газоходы, что в итоге вызывает увеличение плотности улавливаемой смолы.

Исследованиями непосредственно на производстве установлено, что технологической причиной перегрева газа в коксовой печи является увеличение подсводового пространства из-за часто допускаемого персоналом чрезмерно низкого уровня засыпи угольной шихты, что дает возможность коксовому газу задерживаться в разогретом пространстве и перегреваться свыше нормы (750-800 °С), до их эвакуации в водоохлаждаемые стояки и барильеты.

## Study of the influence of technological parameters of the cooking process on the quality of coal tar produced in com ovens “ArcelorMittal Temirtau” JSC

A. B. Akhmetov, I. N. Rakhimbekova, S. N. Sharkaev, A. E. Ilyasov

Zh. Abishev chemical and metallurgical Institute, Karaganda, Kazakhstan

\* Corresponding author email: a.akhmetov-steel@mail.ru

Received: 28 October 2020  
Peer-reviewed: 13 November 2020  
Accepted: 07 December 2020

### ABSTRACT

In the article there are presented results of a research that was carried out to determine a reason for the increase of more than 1,22 g/cm<sup>3</sup> coal-tar oil density at the coke production of “ArcelorMittal Temirtau” joint-stock company. There have been studied samples of coal concentrates from nine layers of eight mines in Karaganda coal basin and GZh coal concentrate which are supplied to the coke chemical production of “ArcelorMittal Temirtau” joint-stock company from “Kunetskaya” Enrichment plant (Russia). During the work there has been determined dependence of the gas composition on the temperature affecting gas that was released during coal carbonizing process. It is experimentally established that with an increase in the temperature of the released coke gas above 750 °C to 1000 °C, light fractions evaporate from the resin and are removed into the gas discharge path, which is accompanied by a weighting, an increase in the density captured for processing coal tar into pitch. The results of the resin studies that is isolated in the same temperature ranges show the indicators of the resin yield and its density during the tests of concentrates also follow a certain pattern – with an increase in the coal carbonizing temperature and with overheating of the released gas, the resin density increases and its yield decreases. The researches in the plant has found that the technological reason for the weighting of the coke gas resin is a low level of coal charge stockline, which makes possible to linger the coke gas in the underroof space and to overheat with increasing the access of light fractions of the resin with the gas.

**Keywords:** Coal, coal-tar oil, coke, methane, resin density.

### Information about authors:

<b>Akhmetov Abulkhasim Balkhievich</b>	Candidate of technical Sciences, head of the laboratory. Zh. Abishev chemical and metallurgical Institute, steel metallurgy and materials science laboratory, Karaganda, Kazakhstan. Email: a.akhmetov-steel@mail.ru.
<b>Rakhimbekova Indira Nurlanovna</b>	Bachelor's degree in engineering. Zh. Abishev chemical and metallurgical Institute, laboratory "steel metallurgy and materials science", Karaganda, Kazakhstan. ORCID ID: 0000-0002-5390-9520. Email: indira_98r@mail.ru.
<b>Sharkaev Sergey Nikolaevich</b>	Master's degree, research associate. Zh. Abishev chemical and metallurgical Institute, laboratory "steel metallurgy and materials science", Karaganda, Kazakhstan. ORCID ID: 0000-0001-8282-991X. Email: sharkaev_sergey@mail.ru.
<b>Ilyasov Aset Elbolsynovich</b>	Master's degree, research associate. Zh. Abishev chemical and metallurgical Institute, laboratory "steel metallurgy and materials science", Karaganda, Kazakhstan. ORCID ID: 0000-0002-0125-1210. Email: aaset-ilyasov@mail.ru.

## Кокстеу процесінің технологиялық параметрлерінің «АрселорМиттал Теміртау» АҚ кокс пештерінде алынатын таскөмір шайырының сапасына әсерін зерттеу

А.Б. Ахметов, И. Н. Рахимбекова, С.Н. Шаркаев, А.Э. Ильясов

Ж.Абишева атындағы химико-металлургиялық институты, Қарағанды, Қазақстан

\* Corresponding author email: a.akhmetov-steel@mail.ru

Мақала келді: 28 қазан 2020  
Сараптамалық шолу: 13 қараша 2020  
Қабылданды: 07 желтоқсан 2020

### ТҮЙІНДЕМЕ

Мақалада «АрселорМиттал Теміртау» АҚ кокс шығаратын зауытында көмір шайырының тығыздығының нормативтік  $1,22 \text{ г / см}^3$  –тан жоғары ұлғаюының себептерін анықтау мақсатында жүргізілген зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Қарағанды көмір бассейнінің сегіз шахтасының тоғыз қабатынан алынған көмір концентраттарының үлгілері және Кузнецкая Орталық өңдеу зауытынан (Ресей) ArcelorMittal Temirtau кокс-химиялық өндірісіне жеткізілген GZh маркалы көмір концентраты зерттелді. Жұмыс барысында газдардың құрамының кокстеу кезінде бөлінетін газға әсер ететін температураға тәуелділігі анықталды. Бөлінген кокстық газдың температурасы  $750 \text{ }^\circ \text{C}$  –тан  $1000 \text{ }^\circ \text{C}$  –қа дейін көтерілгенде, жеңіл фракциялар шайырдан буланып, газ шығатын жолға шығарылады, бұл кезде қайта өңдеу үшін алынған көмір шайырының тығыздығы ауырлайды. Сонымен, температураның әр түрлі диапазонында бөлінген шайырды зерттеу нәтижелері концентраттарды сынау кезінде шайырдың шығымы мен оның тығыздығы белгілі бір заңдылыққа бағынатындығын көрсетеді - кокстеу температурасы жоғарыласа және бөлінген газ қызып кетсе шайырдың тығыздығы артады және оның шығымы төмендейді. Цехта жүргізілген зерттеулер нәтижесінде кокс газы шайырының ауырлауының технологиялық себебі көмір шикіқұрамының төкпесінің төмен деңгейде болатындығынан екендігін анықталды, бұл кокс пеші газының төбе астында кеңістікте қалуына және  $1000 \text{ }^\circ \text{C}$  дейін қызып кетуіне мүмкіндік беріп, жеңіл шайыр фракцияларының газбен кетуін арттырады.

**Түйін сөздер:** Көмір, көмір шайыры, кокс, метан, шайыр тығыздығы.

### Авторлар туралы ақпарат:

**Ахметов Абулхасим Балхивич**

Техника ғылымдарының кандидаты, зертхана меңгерушісі. Ж. Әбішев Атындағы Химия-металлургия институты. "Болат металлургиясы және материалтану" зертханасы, Қарағанды, Қазақстан. ORCID ID: 0000-0003-2534-9973. Email: a.akhmetov-steel@mail.ru.

**Рахимбекова Индира Нурлановна**

Бакалавр, инженер. Атындағы химия-металлургия институты. Ж. Әбішева, "болат металлургиясы және материалтану" зертханасы, Қарағанды, Қазақстан. ORCID ID: 0000-0002-5390-9520. Email: indira\_98r@mail.ru.

**Шаркаев Сергей Николаевич**

Магистр, ғылыми қызметкер. Атындағы химия-металлургия институты. Ж. Әбішева, "болат металлургиясы және материалтану" зертханасы, Қарағанды, Қазақстан. ORCID ID: 0000-0001-82-991X. Email: sharkaev\_sergey@mail.ru.

**Ильясов Асет Элболсынович**

Магистр, ғылыми қызметкер. Атындағы химия-металлургия институты. Ж. Әбішева, "болат металлургиясы және материалтану" зертханасы, Қарағанды, Қазақстан. ORCID ID: 0000-0002-0125-1210. Email: aaset-ilyasov@mail.ru.

**Ссылка на данную статью:** Ахметов А.Б., Рахимбекова И. Н., Шаркаев С.Н., Ильясов А.Э. Изучение влияния технологических параметров процесса коксования на качество каменноугольной смолы, получаемой в коксовых печах АО «АрселорМиттал Теміртау» // *Комплексное использование минерального сырья = Complex Use of Mineral Resources = Mineraldik Shikisattardy Keshendi Paidalanu.* -2020. №4( 315), стр. 74-81. <https://doi.org/10.31643/2020/6445.39>

**Cite this article as:** Akhmetov A. B., Rakhimbekova I. N., Sharkaev S. N., Ilyasov A. E. Izucheniye vliyaniya tekhnologicheskikh parametrov protsessa koksovaniya na kachestvo kamennougol'noy smoly, poluchayemoy v koksovykh pechakh AO «ArselorMittal Temirtau» [Study of the influence of technological parameters of the cooking process on the quality of coal tar produced in com ovens "ArcelorMittal Temirtau" JSC]. *Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a. = Complex Use of Mineral Resources = Mineraldik Shikisattardy Keshendi Paidalanu.* - 2020. № 4 (315), pp. 74-81. (In Russian). <https://doi.org/10.31643/2020/6445.39>

## Литература

- [1] Власов Г.Г., Клешня Г.А. Утилизация смолистых вторичных продуктов коксохимического производства. // *ОАО «Авдеевский ГОК»*. – г.Авдеевка, Украина.
- [2] Потонье Е. Генетические типы органического вещества и основные стадии его преобразования в процессе катагенеза. Образование нефти и газа. // *Кокс и химия*, №8, 2016 г.
- [3] *Химия твердого топлива сборник. // Под редакцией чл.-корр. ЛИ СССР Н. М. Караваева. Издательство иностранной литературы.* Москва, 1951 г.
- [4] Issagulov A.Z., Akhmetov A.B., Naboko YE.P., Kusainova G.D., Kuzhanova A.A. The research of modification process of steel hadfield integrated alloy ferroalumisilicocalcium (Fe-Al-Si-Ca/FASC). *Metalurgija*, №3, 2016, 333-336.
- [5] Mekhtiyev A., Akhmetov A., Yudakova V., Bulatbayev F. Experience with ferrosilicoaluminum alloy during deoxidation of steel. *Metalurgija*, №1, 2016, 47-50.

- [6] Akhmetov A.B., Kusainova G.D., Issagulov A.Z., Sultamurat G.I., Kuzhanova A.A. The research of modification process of steel hadfield integrated alloy ferroalumisilicocalcium (Al-Si-Ca). Croatia, Zagreb. *Metalurgija*, №2282.
- [7] Ordabayeva A. T., Akhmetkarimova Zh. S., Meyramov M. G., Muldakhmetov Zh. H. Hydrogenation of coal tar in the presence of ferrous catalysts in the environment of mine methane. *Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a. = Complex Use of Mineral Resources = Mineraldik Shikisattardy Keshendi Paidalanu.* № 4, 2016, 105-109. <https://doi.org/10.31643/2018/166445>
- [8] А. Б. Диханбаев, Б. К. Алияров, Д. Н. Мухитдинов, Б. И. Диханбаев. Получение обогащенного водородом водяного газа с извлечением ценных компонентов из отходов при совместной переработке экибастузского угля металлургических шлаков и золошлаков ТЭС. // *Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a. = Complex Use of Mineral Resources = Mineraldik Shikisattardy Keshendi Paidalanu.* № 1. 2018 г., 18-25. <https://doi.org/10.31643/2018/166445>
- [9] Диханбаев Б. И., Диханбаев А. Б. К проблеме утилизации диоксида углерода отходящих газов котлов электростанций при сжигании высокозольных углей // *Комплексное использование минерального сырья = Complex Use of Mineral Resources = Mineraldik Shikisattardy Keshendi Paidalanu.* -2020. №4( 315), стр. 33-41. <https://doi.org/10.31643/2020/6445.34>
- [10] Куатбай Е.К., Омаров М.А., Мухамбеткалиев А.Б. Исследование процессов восстановления железа из шлаков медеплавильного и цинкоплавильного производства с использованием отсева Шубаркольского угля. // *Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a. = Complex Use of Mineral Resources = Mineraldik Shikisattardy Keshendi Paidalanu.* №4, 2008 г., 31-33. <https://doi.org/10.31643/2018/166445>
- [11] Колисниченко И.Е., Артемьев В.Б., Колисниченко Е.А., Любомищенко Е.И. Квантово-электронные закономерности формирования метаморфических процессов и механизма внезапных выбросов метана в угольных пластах. // *Уголь*, №7, 2020 г., 42-50.
- [12] Портнов В.С., Иманбаева С.Б., Муллагалиева Л.Ф., Балниязова Г.М., Шаяхметов Р.Т. Прогноз природной метаносности при разработке угольных пластов. // *Уголь*, №11, 2020 г., 53-57.

## Reference

- [1] Vlasov G. G. Kleshnya G. A. Utilizatsiya smilostykh vtorichnykh produktov koksohimicheskogo proizvodstva [Utilization of resinous secondary products of coke production]. *ОАО «Avdeevskiy GOK».* – г. Avdeevka, Ukraina. (in Russ).
- [2] Potonye E. Geneticheskie tipy organicheskikh veshchestv I osnovnye stadia ego preobrazovaniya v processe katageneza. Obrazovanie nefiti I gaza [Genetic types of organic matter and the main stages of its transformation in the process of catagenesis. Formation of oil and gas]. *Koks I khimiya*, №8, 2016 g. (in Russ).
- [3] Khimiya tverdogo topliva [Solid fuel chemistry]. *Pod redakciei chl.-korr. LI SSSR N.M. Karaeva. Izdatelstvo inostrannoi literatury.* Moskva, 1951 g. (in Russ).
- [4] Issagulov A.Z., Akhmetov A.B., Naboko YE.P., Kusainova G.D., Kuzhanova A.A. The research of modification process of steel hadfield integrated alloy ferroalumisilicocalcium (Fe-Al-Si-Ca/FASC). *Metalurgija*, №3, 2016, 333-336. (In Eng).
- [5] Mekhtiyev A., Akhmetov A., Yudakova V., Bulatbayev F. Experience with ferrosilicoaluminum alloy during deoxidation of steel. *Metalurgija*, №1, 2016, 47-50. (In Eng).
- [6] Akhmetov A.B., Kusainova G.D., Issagulov A.Z., Sultamurat G.I., Kuzhanova A.A. The research of modification process of steel hadfield integrated alloy ferroalumisilicocalcium (Al-Si-Ca). Croatia, Zagreb. *Metalurgija* №2282. (In Eng).
- [7] A. T. Ordabayeva, Zh. S. Akhmetkarimova, m. G. Meyramov, Zh. H. Muldakhmetov. Hydrogenation of coal tar in the presence of ferrous catalysts in the environment of mine methane. *Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a. = Complex Use of Mineral Resources = Mineraldik Shikisattardy Keshendi Paidalanu.* № 4, 2016, 105-109. <https://doi.org/10.31643/2018/166445> (In Eng).
- [8] Dikhanbaev A.B., Aliyarov B.K., Muhitdinov D.N., Dikhanbaev B.I. Poluchenie obogoshennogo vodorodom vodyanogo gaza s izvlecheniem cennykh komponentov pri sovmestnoi pererabotke ekibastuzskogo uglja metallurgicheskikh shlakov I zoloshlakov TES. [Production of hydrogen-rich water gas with the extraction of valuable components from waste during the joint processing of Ekibastuz coal metallurgical slags and ash slags of thermal power plants]. *Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a. = Complex Use of Mineral Resources = Mineraldik Shikisattardy Keshendi Paidalanu.* № 1. 2018, 18-25. <https://doi.org/10.31643/2018/166445> (in Russ).
- [9] Dikhanbaev B. I., Dikhanbaev A. B. K probleme utilizatsii dioksida ugleroda otkhodyashchikh gazov kotlov elektrostantsiy pri szhiganii vysokozol'nykh ugley [On the problem of utilization of carbon dioxide in waste gases of power plant boilers when burning high-ash coals]. *Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a. = Complex Use of Mineral Resources = Mineraldik Shikisattardy Keshendi Paidalanu.* -2020. № 4 (315), pp. 33-41. <https://doi.org/10.31643/2020/6445.34> (in Russ).
- [10] Khatbai E.K., Omarov M.A., Mukhambetkaliyev A.B. Issledovanie processov vosstanovleniya zheleza iz shlakov medepavil'nogo I cinkoolabil'nogo proizvodstva s ispol'zovaniem otseva Shubarkolskogo uglja. [Investigation of iron recovery processes from copper and zinc smelting slags using Shubarkol coal screening]. *Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a. = Complex Use of Mineral Resources = Mineraldik Shikisattardy Keshendi Paidalanu.* №4, 2008, 31-33. <https://doi.org/10.31643/2018/166445> (in Russ).
- [11] Kolisnichenko I.E., Artemev V.B., Kolisnichenko E.A., Lyubomishenko E.I. Kvantovo-electronnye zakonomernosti formirovaniya metamorficheskikh processov I mehanizma vnezapnykh vybrosov metana v ugolnykh plastakh. [Quantum-electronic regularities of the formation of metamorphic processes and the mechanism of sudden methane emissions in coal seams]. *Ugol'*, №11, 2020, 53-57. (in Russ).
- [12] Portnov V.S., Imanbaeva S.B., Mullagaliev L.F., Balniyazova G.M., Shayahmetov R.T. Prognoz prirodnoi metanosnosti pri razrabotke ugolnykh plastov. [Forecast of natural methane content in the development of coal seams]. *Ugol'*, №11, 2020, 53-57. (in Russ).