

проводить сухую очистку промышленных запыленных потоков, состоящих из мелкодисперсной фракции (менее 40 мкм) с большей эффективностью по сравнению со стандартными циклонами, имеющими гладкую цилиндрическую часть корпуса.

В связи с этим предполагаем, что расстояние до точки присоединения разделяющей линии тока  $x_r$ , рассчитываемое приближенно по зависимости (3) при истечении плоской струи для параллельной плоско-

сти с уступом, в нашем модельном представлении для закрученного потока будет меньше в результате дополнительного воздействия на истекающую закрученную струю центробежной силы, направленной вдоль радиуса и равной для элементарной массы  $m$ , вращающейся на расстоянии  $R$  от вертикальной оси с угловой скоростью  $U$  как  $\bar{F}_\phi = mU^2R$ .

На рис. 8 представлено сопоставление величин безразмерного разрежения для двух

геометрий уступов, рассчитанных по осредненным опытным данным, изображенным на рис. 7. Из графика видно, что при геометрии уступа  $H/2h=0,8$  и в диапазоне скоростей потока во входном участке 25÷30 м/с разрежение значительно выше, чем для геометрии  $H/2h=3,2$ .

С увеличением скорости превышение  $C_p^{7/12}$  сохраняется, а при скорости потока более 35 м/с практически остается неизменным и равным 1,25.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Пат. 2102115 Российская Федерация, МПК<sup>6</sup> В 01 D 45/06. Струйно-инерционный пылеуловитель / Квашнин И.М., Юнкеров Ю.И.; заявитель и патентообладатель Пензен. инж.-строит. ин-т. - № 94003081/25; заявл. 26.01.94; опубл. 20.01.98. – 3 с.: ил.
- Пат. 2174452 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> В 04 С 5/103. Пылеуловитель / Завьялов Ю.И.; заявитель и патентообладатель ООО «ПЛАНЕТА-К» - № 2000125875/12; заявл. 10.10.00; опубл. 10.10.01. – 5 с.: ил.
- Пат. 2185316 Российской Федерации, МПК<sup>7</sup> В 65 G 69/18. Устройство снижения пылеобразования при складировании / Завьялов Ю.И.; заявитель и патентообладатель ООО «ПЛАНЕТА-К» - № 2000120219/28; заявл. 24.07.00; опубл. 20.07.02. – 5 с.: ил.
- Маркович Д.М. Турбулентная струя в ограниченном пространстве: дис. ... к-та физ.-мат. наук: 01.04.14: защищена .... - Новосибирск, 1994. – 259 с.
- Правила 28-64 измерения расхода жидкостей, газов и паров стандартными диафрагмами и соплами. – М.: Издательство стандартов, 1978. – 151 с.

□ Авторы статьи:

Богомолов

Александр Романович

– канд. техн. наук, с.н.с. ИТ СО РАН, доц. каф. процессов, машин и аппаратов химических производств

Петрик

Павел Трофимович

– докт. техн. наук, проф., зав. каф. процессов, машин и аппаратов химических производств

Темникова

Елена Юрьевна

– ст. преподав. каф. процессов, машин и аппаратов химических производств

**УДК 662.74**

**Х.А. Исхаков, Л.Л. Прилепская, В.С. Швед**

## СВОЙСТВА ОТДЕЛЬНЫХ КЛАССОВ КРУПНОСТИ УГЛЕЙ ДЛЯ КОКСОВАНИЯ И ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ИХ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

В условиях ухудшения сырьевой базы коксования и существенного дефицита хорошо спекающихся углей весьма актуален поиск технологических приемов, обеспечивающих в этих условиях улучшение или хотя бы сохранение на достигнутом уровне качества угольной шихты. Это может быть достигнуто различными способами,

основными из которых являются оптимизация степени измельчения компонентов шихты в зависимости от их спекаемости и зольности, увеличение насыпной массы за счет укрупнения помола, выбора рациональной схемы дробления углей. В связи с этим представляет интерес изучение технологических свойств углей, приме-

няемых для коксования, по их классам крупности.

В настоящей работе исследовались свойства некоторых кузнецких углей, являющихся компонентами угольной шихты Кемеровского коксохимического завода (ОАО «Кокс»). Для углей марок 2Г (ОФ «Комсомолец»), 2Ж (ОФ «Чертинская»), 1КСФ (ОФ «Анжерская») и

2КС (ОФ «Коксовая») определялся гранулометрический состав с последующим анализом каждого класса крупности по показателям технического анализа и спекаемости. Результаты экспериментов представлены в табл. 1–5.

Основная масса газового угля марки 2Г представлена крупными классами, подлежащими измельчению при подготовке шихты: содержание классов 3–6 мм – 32,4 %, 6–10 мм – 14,2 %, более 10 мм – 30 %. Для класса менее 3 мм составляет всего 25 %. При этом мелкие классы характеризуются пониженной спекаемостью и повышенной зольностью, особенно классы крупностью менее 1 мм (табл. 1).

Как видно из табл. 2, гранулометрический состав жирного угля марки 2Ж отличается значительным содержанием классов менее 3 мм (56,4 %), которые не требуют дополнительного измельчения.

Спекаемость всех классов крупности этого угля, за исключением класса 0–0,2 мм, практически одинакова и достаточно высокая, несмотря на существенную разницу в показателях технического анализа: закономерное уменьшение выхода летучих веществ и зольности от крайних классов крупности к среднему классу 1–2 мм. По сравнению с газовым углем более высокая зольность жирного угля объясняется его трудной обогатимостью.

Содержание мелких классов менее 3 мм в угле Анжерской ОФ также достаточно высоко (53,1 %), но пыль класса 0–0,2 мм практически отсутствует (см. табл. 3). Как и для жирного угля, характерна закономерность изменения зольности и выхода летучих веществ с изменением размера зерен угля марки 1КСФ: оба показателя уменьшаются от крайних классов к средним; спекаемость при этом меняется незначительно.

Уголь марки 2КС отличается высоким содержанием са-

мого крупного класса более 10 мм (38,6 %), а выход мелких классов 3–0 мм существенно более низкий (см. табл. 4). Зольность этого угля имеет явную тенденцию к снижению при увеличении размера зерен. Исключением является лишь класс 0,2–0,4 мм, зольность которого аномально низкая (3,4 %) и объясняется повышенным содержанием в этом классе низкозольного витринита, что подтверждается повышенным выходом летучих веществ. Спе-

каемость угля марки 2КС в среднем близка к таковой угля марки 1КСФ, и закономерность в изменении спекаемости и выхода летучих веществ этого угля не просматривается.

Показатели свойств промышленной шихты состава 2Г – 10 %, 2Ж – 30 %, 1КСФ – 25 %, 2КС – 35 % представлены в таблице 5. Шихта, подготовленная по схеме ДШ до 75 % содержания класса 3–0 мм, отличалась достаточно высоким присутствием мелких классов менее 1

Таблица 1  
Свойства угля марки 2Г

Класс крупности, мм	Выход класса, %	Технический анализ, %			Индекс Рога IR, %
		W <sup>a</sup>	A <sup>d</sup>	V <sup>daf</sup>	
0-0,2	2,2	1,6	16,5	41,5	24
0,2-0,4	3,9	0,5	12,9	40,0	30
0,4-1,0	8,5	0,4	10,3	40,3	30
1,0-2,0	5,1	0,5	8,4	40,2	38
2,0-3,0	5,3	0,8	7,0	33,6	63
3,0-6,0	32,4	1,2	7,4	40,6	64
6,0-10,0	14,2	1,6	5,0	41,8	75
>10	28,4	1,6	5,2	40,2	61

Таблица 2  
Свойства угля марки 2Ж

Класс крупности, мм	Выход класса, %	Технический анализ, %			Индекс Рога IR, %
		W <sup>a</sup>	A <sup>d</sup>	V <sup>daf</sup>	
0-0,2	7,4	1	12,5	43,5	87
0,2-0,4	12,6	0,4	12,0	34,4	100
0,4-1,0	16,4	0,3	10,3	34,7	95
1,0-2,0	10,0	0,4	9,4	33,1	102
2,0-3,0	10,0	0,2	9,2	35,0	108
3,0-6,0	18,9	0,2	9,9	35,9	98
6,0-10,0	11,3	0,5	11,8	36,6	104
>10	18,4	0,7	12,8	36,9	100

Таблица 3  
Свойства угля марки 1КСФ

Класс крупности, мм	Выход класса, %	Технический анализ, %			Индекс Рога IR, %
		W <sup>a</sup>	A <sup>d</sup>	V <sup>daf</sup>	
0-0,2	0,3	0,7	11,1	18,5	23
0,2-0,4	14,7	0,6	10,2	18,9	28
0,4-1,0	18,6	0,4	7,8	17,1	20
1,0-2,0	11,9	0,4	8,7	17,6	23
2,0-3,0	7,6	0,2	8,4	17,6	20
3,0-6,0	19,1	0,8	9,1	16,5	24
6,0-10,0	12,3	0,3	10,6	18,2	16
>10	15,5	0,4	11,0	18,0	22

Таблица 4  
Свойства угля марки 2КС

Класс крупности, мм	Выход класса, %	Технический анализ, %			Индекс Рога IR, %
		W <sup>a</sup>	A <sup>d</sup>	V <sup>daf</sup>	
0-0,2	6,4	0,6	11,1	19,4	22
0,2-0,4	11,7	0,9	3,4	22,1	22
0,4-1,0	13,1	0,4	7,7	19,5	28
1,0-2,0	9,3	0,3	6,9	19,5	22
2,0-3,0	4,8	0,3	7,5	19,5	19
3,0-6,0	8,3	0,6	7,4	19,3	24
6,0-10,0	7,8	0,6	6,9	21	10
>10	38,6	0,5	5,8	18,8	18

Таблица 5  
Свойства промышленной угольной шихты

Класс крупности, мм	Выход класса, %	Технический анализ, %			Индекс Рога IR, %
		W <sup>a</sup>	A <sup>d</sup>	V <sup>daf</sup>	
0-0,2	6,6	0,9	9,8	25,4	28
0,2-0,4	29,2	0,9	9,0	25,4	31
0,4-1,0	23,6	0,7	9,3	26,1	30
1,0-2,0	16,7	0,4	9,5	18,2	32
2,0-3,0	5,3	9,3	9,3	27,4	32
3,0-6,0	12,3	0,2	9,4	26,8	30
>6	6,3	0,3	10,1	26,6	29

мм (44,5 %), что свидетельствует о ее нежелательном переизмельчении.

Результаты технического анализа выявили тенденцию понижения выхода летучих веществ с уменьшением размера зерен и небольшое увеличение зольности для крайних классов крупности >6 мм и <0,2 мм. Спекаемость всех классов крупности шихты по индексу Рога практически одинакова.

Для условий углеподготов-

вительного цеха Кемеровского ОАО «Кокс» (наличие двух ниток силосов для хранения углей и четырех дробилок) представляется целесообразным переход от схемы ДШ (дробление шихты) к схеме ГДК (групповое дробление компонентов). С учетом различия спекаемости исследованных углей предлагается объединить в одну группу угли марок 1КСФ и 2КС, а во вторую группу – угли марок 2Г и 2Ж. Совместное дробление

газовых и жирных углей может привести к переизмельчению менее твердых углей марки 2Ж и в связи с этим к их нежелательному самоотщеплению, чему будет способствовать и высокое содержание в исходном угле мелких классов <3 мм (56,4 %).

Чтобы избежать негативного переизмельчения, предлагаются предварительный отсев мелких классов перед дроблением обеих групп компонентов шихты. При этом для группы коксовых углей (1КСФ и 2КС) с меньшим запасом спекаемости уровень помола на дробилках рекомендуется поддерживать более высоким (до 82–85 % содержания класса 3–0 мм), нежели для смеси газовых и жирных углей (70–73 % класса 3–0 мм). Предложенная схема углеподготовки позволяет не только избежать переизмельчения углей, но и позволяет улучшить дробление крупных классов угольного сырья. Это, в свою очередь, приводит к увеличению насыпной массы шихты путем оптимизации соотношения отдельных классов крупности. Последнее особенно важно при повышенной зольности крупных фракций углей (в данном исследовании это относится к углям Чергинской и Анжерской ОФ). В итоге предварительный отсев должен способствовать снижению трещиноватости кокса и уменьшению на 15–20 % затрат электроэнергии на дробление углей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Лазовский И.М., Грязнов Н.С., Фельдбрин М.Г. Избирательное дробление углей для коксования. – Свердловск: Металлургиздат, 1958. – 126 с.
- Зашквара В.Г. Подготовка углей к коксованию. – М.: Металлургия, 1967. – 339 с.

□ Авторы статьи:

Исхаков  
Хамза Ахметович  
– докт. техн. наук, проф. каф.  
химии и технологии  
неорганических веществ

Прилепская  
Людмила Львовна  
– канд. техн. наук, доц. каф. химии  
и технологии неорганических  
веществ

Швед  
Виктор Семенович  
– канд. техн. наук, начальник центральной заводской лаборатории  
Кемеровского коксохимического  
завода (ОАО «Кокс»)