

УДК 621.311.22:622.7.002.68:662.654

Г.Д. Вахрушева, В.И. Мурко, В.И. Федяев, В.И. Карпенок,
В.П. Мастихина, Д.А. Дзюба

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СУСПЕНЗИОННОГО УГОЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ

Материалы данной статьи подготовлены в процессе реализации проекта в рамках частно-государственного партнерства в сфере реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства при финансовой поддержке правительства Российской Федерации (шифр 2010-218-02-174 «Разработка технологии и создание pilotного образца автоматизированного энергогенерирующего комплекса, работающего на отходах углеобогащения»).

Полученные результаты могут быть использованы для расчета технологических схем комплексов для приготовления и сжигания углеотходов в виде супензионного угольного топлива (ВУТ).

Высокие требования потребителей к качеству угля способствуют развитию углеобогащения. За последние годы только в Кузбассе введено в строй более 10 углеобогатительных фабрик. Отличительными особенностями новых фабрик являются применение замкнутого водношламового цикла и отсутствие отделений термической сушки. Вместе

с тем при обогащении образуется от 0,5 до 7% от переработанного угля тонкодисперсных отходов с влажностью от 20 до 45% и зольностью от 18% до 60%. В настоящее время данный продукт не реализуется и сбрасывается в отвалы. Количество таких отходов только в Кузбассе составляет свыше 150 млн. т и продолжает непрерывно возрастать более чем на 150 т в сутки. В результате безвозвратно теряются миллионы тонн добываемого угля, а также усугубляется и без того неблагоприятная экологическая обстановка в регионе. Экологический ущерб обусловлен тем, что при таянии снега и в период выпадения осадков, адсорбированные на поверхности твердых частиц углеотходов коагулянты, флокулянты и другие химические реагенты в растворенном виде и вместе с угольными частицами попадают в близлежащие водоемы и почву.

На рис. 1 представлена типовая схема получения фильтр-кеков на фильтр-прессах на углеобогатительных фабриках [1].

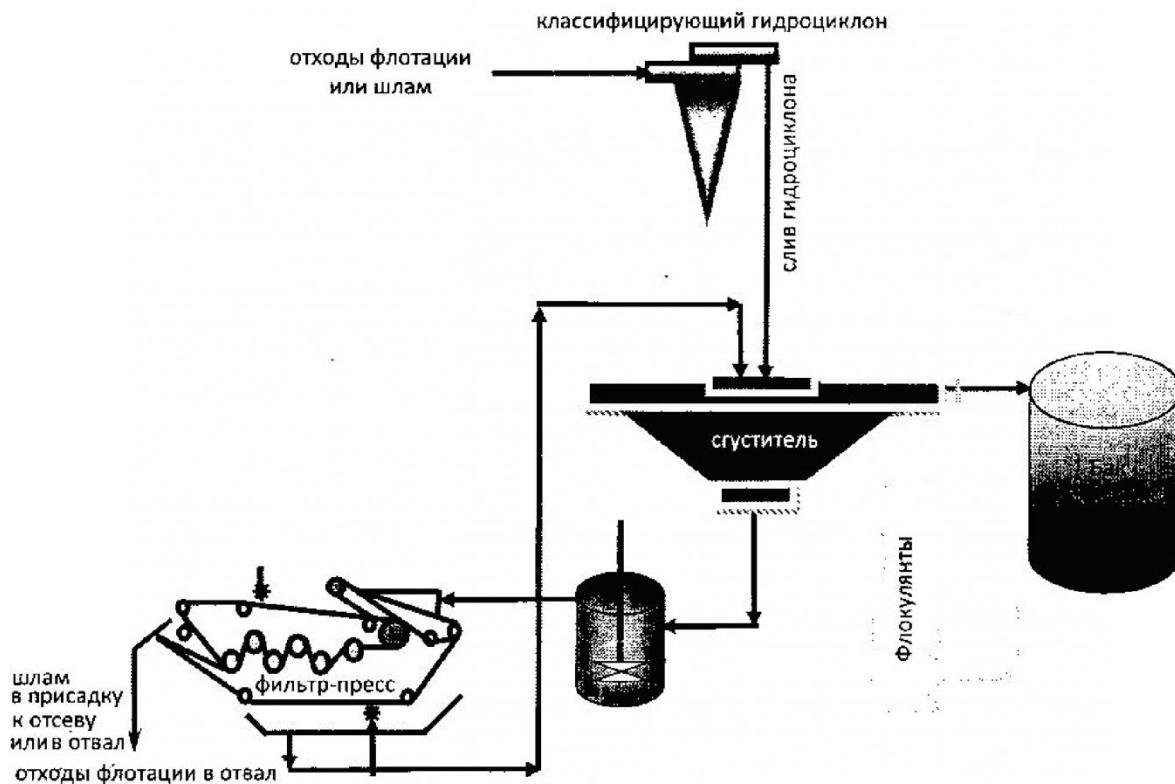


Рис. 1. Типовая схема установки фильтр-пресса

Таблица 1. Данные по использованию фильтр-прессов на обогатительных фабриках

Наименование предприятия	Качество фильтр-kekов			Характеристики фильтр-прессов		
	Зольность осадка, %	Влажность осадка, %	Класс, мм	Название	Количество	Производительность, т/ч
					одного	общая
ЦОФ «Абашевская»	отходы флотации 13,0-65,0	до 50,0	0-0,2	«Андиц» CPF 2200 S7	2	10,0-12,0 20,0-24,0
ОФ «Антоновская»	шлам 14,0-16,0	34,0-36,0	0-0,1	WXG-3,0	2	12,0 24,0
ОУ «Барзасское товарищество»	шлам 19,8	до 35,0	0-0,3	«EIMCO MDP-1,5»	1	7,5 7,5
ОФ «Бачатская Коксовая»	отходы флотации 39,5-52,0	до 35,0	0-0,3	WXG-3,0	3	8,6 25,8
ОФ «Бачатская Энергетическая»	шлам 7,3	30,0-38,0	0-0,1	3M MK3 PRESS	1	6,2 6,2
ЦОФ «Беловская»	отходы флотации 55,0-70,0	до 50,0	0-0,5	«Вемко»-2,6	3	14,0 42,0
ЦОФ «Березовская»	отходы флотации 48,0-55,0	до 50,0	0-0,2	«Андиц АГ»-2,2	3	10,0-12,0 30,0-36,0
ОФ «Красногорский разрез»	шлам 24,0-28,0	35,0	0-0,1	BN-3M	2	18,0 36,0
ЦОФ Кузбасская»	шлам 28,0-30,0	40,0-45,0	0-0,2	«Андиц» CPF 2200 S7	2	15,0 30,0
ЗАО ОФ «Междуреченская» 2 тех-комплекс	отходы флотации 55,0-65,0	до 45,0	0-0,15	«EIMCO»-2,6	2	12,3 24,6
ОФ «Нерюнгринская»	конц. 8,4-8,6 микст 26,5-36,0	30,0 34,0-36,0	0-0,5	«EIMCO MDP-2,6»	12 6	8,0 7,2 42,0
ОФ «Северная»	отходы флотации 25,0-30,0	до 45,0	0-0,15	WXG-3,0	3	16,8 50,4
ОФ «Спутник»	шлам 25,0-27,0	до 40,0	0-0,15	WXG-3,0	2	21,0 42,0
ОУ «Шестаки»	шлам 21,7	до 30,0	0-0,15	«EIMCO MDP-1,5»	1	4,4 4,4
ОФ «Тугнуйская»	шлам 50,6-52,1	до 45,0	0-0,05	WXG-3,0 «Phoenix»	3	15,0 45,0
ИТОГО: в час в год						439,9 2639400

В табл. 1 приведены сводные данные по качественным показателям фильтр-kekов, получаемым на углеобогатительных фабриках, типам и количеству установленных фильтр-прессов.

Учитывая, что в литературе в настоящее время практически отсутствуют сведения о реологических параметрах и теплофизических характеристиках водоугольных суспензий, получаемых из тонкодисперсных отходов углеобогащения, данные исследования являются актуальными для правильного выбора технологического оборудования и проведения расчетов и проектирования установок приготовления и сжигания ВУТ.

Экспериментальная часть

Анализ табл. 1 показывает, что с учетом крупности тонкодисперсных отходов углеобогащения, как правило, не превышающей 500 мкм, и влажности, равной 30-45%, наиболее эффективным направлением утилизации отходов углеобогащения является их сжигание в виде водоугольных суспензий (ВУТ). В этом случае обеспечивается использование всего добытого угля по его прямому назначению, а образующаяся при сжигании зола является хорошим строительным материалом. В результате появляется возможность существенно сократить объемы площадей, занятых гидроотвалами и отстойниками, и рекультивировать нарушенные земли.

Таким образом, утилизация тонкодисперсных

отходов углеобогащения является актуальной задачей решения экономических и экологических проблем угледобывающих регионов.

Свойства фильтр-kekов (табл. 1) учитываются при разработке технологии приготовления ВУТ на основе фильтр-kekов ОФ.

Элементы технологии приготовления ВУТ были исследованы в лабораторных условиях.

Для проведения исследований по определению возможности приготовления суспензионного угольного топлива из фильтр-kekов отобраны и проанализированы пробы фильтр-kekов, полученных от переработки углей различных стадий ме-

таморфизма (марки угля) и зольности Кузнецкого угольного бассейна:

При этом решались следующие задачи:

- разработка составов комплексных пластифицирующих добавок при приготовлении водоугольного топлива из фильтр-kekов в лабораторных условиях;

- определение значений основных структурно-реологических характеристик полученного ВУТ и выбор оптимального варианта добавки;

- определение и анализ теплофизических характеристик ВУТ.

Характеристика проб исходного сырья пред-

Таблица 2. Характеристика исходных продуктов

№ пробы	Наименование продукта	Марка угля	Влага общая, W_t^r , %	Зольность, A^d , %	Гранулометрический состав, % Классы крупности, мм						Низшая теплота сгорания, Q_i^r , МДж/кг (ккал/кг)	
					+3,0	1,0-3,0	0,355-1,0	0,250-0,355	0,160-0,250	0,071-0,160		
ОФ «Северная»												
1	фильтр-kek	KO+K	47,4	23,6	-	-	3,0	1,9	2,2	7,1	85,8	12,4 (2969)
2	фильтр-kek	KO+K	46,7	24,0	-	-	3,8	2,1	2,3	8,3	83,5	12,6 (2999)
3	фильтр-kek	KO+K	45,0	18,7	-	-	0,1	0,5	0,9	4,8	93,7	14,0 (3349)
ЦОФ «Абашевская»												
1	фильтр-kek	ГЖ	31,5	28,2	1,5	1,4	8,5	6,4	6,9	14,8	60,5	14,5 (3463)
2	фильтр-kek	ГЖ	34,0	24,6	1,9	2,4	27,0		23,7	45,0	14,6 (3492)	
ОФ «Щедрухинская»												
1	фильтр-kek	Г	41,3	26,2	-	0,1	0,8	2,0	13,2		83,9	13,4 (3211)
2	фильтр-kek	Г	37,8	32,5	-	1,1	4,9	3,7	24,2		66,1	13,1 (3140)
3	фильтр-kek	Г	39,9	32,9	-	1,7	5,7	3,2	23,5		65,9	12,5 (2980)
4	фильтр-kek	Г	42,3	31,5	-	0,6	2,5	2,9	20,5		73,5	12,1 (2902)
ОФ «Междуреченская»												
1	фильтр-kek	Т	34,1	44,6	-	1,4	3,1	2,7	28,2		64,6	11,5 (2758)
2	фильтр-kek	КС	34,9	52,3	-	9,7	12,0	6,0	20,2		52,1	10,0 (2390)
ЦОФ «Кузбасская»												
1	фильтр-kek	KЖ+К	42,8	28,1	-	0,2	2,6	3,2	23,0		71,0	13,1 (3137)
ОФ «Красногорская»												
1	фильтр-kek	Т	36,7	28,0	-	1,5	2,9	2,0	18,6		75,0	14,7 (3518)
ОФ «Спутник»												
1	фильтр-kek	Г	32,0	29,1	-	-	0,7	2,0	5,6	21,1	70,6	14,5 (3458)
2	фильтр-kek	Г	35,6	25,6	-	-	1,2	3,5	7,5	24,0	63,8	14,3 (3415)
3	фильтр-kek	Г	37,1	30,4	-	-	0,8	1,7	5,0	22,1	70,4	12,9 (3093)

ставлена в табл. 2.

Для исследования приготовления ВУТ и выбора пластифицирующих добавок использовалась смесительная камера вибростенда СВУ-2 (вибросмеситель), в котором проводилось перемешивание исходных компонентов супензионного угольного топлива.

Согласно методике в вибростенде загружался исходный материал, комплексная добавка и при необходимости водопроводная вода. Для определения оптимальной добавки при приготовлении ВУТ из фильтр-кеков использовалось несколько видов комплексных добавок. Добавки состояли как из одного компонента, так и из двух компонентов: разжижающего и стабилизирующего. Количество добавки от твердой фазы менялось в зависимости от вида добавки и получено по результата эксперимента. Также изменялось соот-

ношение компонентов в составе комплексных добавок.

Свойства фильтр-кеков (табл. 1) учитываются при разработке технологии приготовления ВУТ на основе фильтр-кеков ОФ.

Элементы технологии приготовления ВУТ были исследованы в лабораторных условиях.

Для проведения исследований по определению возможности приготовления супензионного угольного топлива из фильтр-кеков отобраны и проанализированы пробы фильтр-кеков, полученных от переработки углей различных стадий метаморфизма (марки угля) и зольностей Кузнецкого угольного бассейна/

При этом решались следующие задачи:

- разработка составов комплексных пластифицирующих добавок при приготовлении водоугольного топлива из фильтр-кеков в лаборатор-

Таблица 3. Характеристика супензионного угольного топлива на основе фильтр-кеков углеобогатительных фабрик Кузбасса

№№ п/п	Номер пробы	Золь- ность, A^d , %	Наимено- вание добавки	Количество до- бавки от твердой фазы, %	Массовая доля твердой фазы, C_T , %	Гранулометрический состав, классы, мм					Низшая температура сгорания, Q_i^r , МДж/кг (ккал/кг)
						+0,355	0,250-0,355	0,160-0,250	0,071-0,160	-0,071	
ОФ «Северная»											
1	1	23,6	Тип С	0,1	50,1	4,2	2,7	2,2	7,2	83,7	11,7 (2800)
2	2	24,6	Тип С	0,4	52,9	4,0	2,4	2,5	8,3	82,8	12,3 (2947)
3	3	18,7	Тип С	0,3	52,8	-	-	2,3	3,5	94,2	13,4 (3192)
ЦОФ «Абашевская»											
4	1	26,4	Вариант В2	1,0	68,4	1,5	1,5	14,2	20,0	62,8	14,8 (3549)
ОФ «Щедрухинская»											
5	1	26,2	Вариант В2	1,0	51,7	0,3	1,0	2,0	12,9	83,8	11,5 (2758)
6	2	32,9	Вариант В2	1,0	59,3	1,7	5,4	3,6	23,4	65,9	12,3 (2933)
7	3	31,5	Тип Р	1,0	55,1	0,5	2,4	3,0	20,6	73,5	11,5 (2745)
ОФ «Междуреченская»											
8	1	44,5	Вариант М1	0,31	60,1	0,6	2,5	1,7	19,6	75,6	10,3 (2468)
9	2	53,3	Вариант М1	0,31	62,2	9,1	9,4	3,9	16,9	60,7	9,2 (2205)
ЦОФ «Кузбасская»											
10	1	27,1	Вариант В1	1,0	56,5	-	2,1	1,5	11,9	84,2	13,0 (3118)
ОФ «Красногорская»											
11	1	27,7	Вариант В1	1,0	55,2	0,8	2,0	1,3	11,3	84,6	12,6 (3031)
ОФ «Спутник»											
12	1	29,7	Вариант В2	1,0	63,5	0,4	1,9	5,6	21,0	71,1	13,3 (3190)
13	2	24,0	Тип У _{Красн.}	1,0	60,7	1,0	2,5	6,0	22,0	68,5	13,6 (3258)
14	3	30,0	Вариант В2	1,0	58,5	0,6	1,6	4,2	21,0	72,6	11,9 (2854)

ных условиях;

- определение значений основных структурно-реологических характеристик полученного ВУТ и выбор оптимального варианта добавки;

- определение и анализ теплофизических характеристик ВУТ.

Характеристика проб исходного сырья представлена в табл. 2.

Для исследования приготовления ВУТ и выбора пластифицирующих добавок использовалась смесительная камера вибростенда СВУ-2 (вибросмеситель), в котором проводилось перемешивание исходных компонентов супензионного угольного топлива.

Согласно методике в вибросмеситель загружался исходный материал, комплексная добавка и при необходимости водопроводная вода. Для определения оптимальной добавки при приготовлении ВУТ из фильтр-kekов использовалось несколько видов комплексных добавок. Добавки состояли как из одного компонента, так и из двух компонентов: разжижающего и стабилизирующего. Количество добавки от твердой фазы менялось в зависимости от вида добавки и полученного результата эксперимента. Также изменялось соотношение компонентов в составе комплексных добавок.

Оптимальный вариант добавки определялся из условия минимальной вязкости при наибольшем содержании твердой фазы в ВУТ. Кроме того устанавливалась статическая стабильность, которая должна быть не менее 20 суток.

Характеристика отдельных проб супензионного угольного топлива на основе фильтр-kekов с анализируемыми предприятиями приведена в табл. 3, а реологические модели течения – в табл. 4.

Результаты и их обсуждение

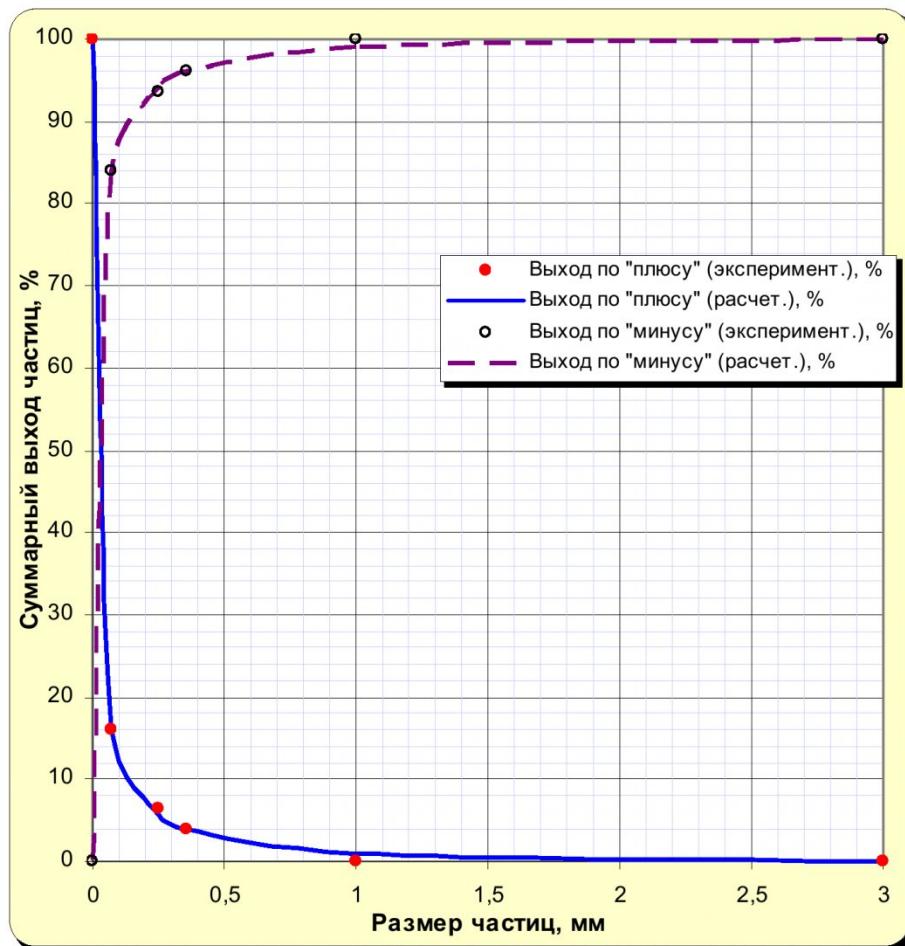
Анализ табл. 2 показал, что зольность исследуемых проб фильтр-kekов изменялась в широком диапазоне: от 18,7% фильтр-kek ОФ «Северная» до 52,3% фильтр-kek марки «КС» ОФ «Междуреченская». Влажность фильтр-kekов анализируемых проб варьировалась в интервале значений от 31,5% (фильтр-kek ЦОФ «Абашевская») до 47,4% (фильтр-kek ОФ «Северная»).

Таким образом, наиболее влажные – пробы фильтр-kekа с ОФ «Северная», а наиболее зольные – с ОФ «Междуреченская». Пробы фильтр-kekов с ЦОФ «Абашевская», ОФ «Щедрухинская», ЦОФ «Кузбасская», ОФ «Красногорская» и ОФ «Спутник» имели срединные значения, как по влажности, так и по зольности.

Гранулометрический состав исследуемых

Таблица 4. Реологические модели течения супензионного угольного топлива на основе фильтр-kekов обогатительных фабрик Кузбасса

№ п/п	№ про- бы	Реологические модели течения							
		Степенная (псевдопластичная) $\tau = K \gamma^n$				Бингамовская (вязкопластичная) $\tau = \tau_0 + \mu_0 \gamma$			
		Эффективная вязкость при скорости сдвига 81 с ⁻¹ , η , мПа·с	Коэффи- циент кон- систент- ности, K , Па·с ⁿ	Индекс пото- ка, n	Среднеквад- ратичное от- клонение, σ	Начальное напряжение сдвига, τ_0 , Па	Структурная вязкость, μ_0 , Па·с	Среднеквад- ратичное отклонение, σ	
ОФ «Северная»									
1	1	< 100	-	-	-	-	-	-	-
2	2	444	1,86	0,71	0,14	16,07	0,30	0,11	
3	3	237	1,30	0,62	0,07	10,11	0,11	0,05	
ЦОФ «Абашевская»									
4	1	356	0,53	0,92	0,04	4,15	0,31	0,04	
ОФ «Щедрухинская»									
5	1	< 100	-	-	-	-	-	-	-
6	2	193	0,57	0,76	0,05	6,73	0,11	0,02	
7	4	237	2,32	0,50	0,10	11,64	0,09	0,05	
ОФ «Междуреченская»									
8	1	785	10,12	0,43	0,06	28,67	0,29	0,52	
9	2	474	14,33	0,25	0,13	25,71	0,11	0,35	
ЦОФ «Кузбасская»									
10	1	429	1,87	0,69	0,06	14,86	0,26	0,19	
ОФ «Красногорская»									
11	1	281	0,43	0,90	0,02	4,34	0,22	0,33	
ОФ «Спутник»									
12	1	593	1,03	0,88	0,03	8,96	0,48	0,09	
13	2	533	1,20	0,82	0,06	11,22	0,39	0,16	
14	3	326	0,60	0,86	0,04	7,29	0,24	0,03	



$$W(x)=100 \exp(-4.685 \cdot x^{0.355}) \text{ (по «плюсу»)}$$

$$W(x)=100 (1 - \exp(-4.685 \cdot x^{0.355})) \text{ (по «минусу»)}$$

Рис. 2. Характеристики гранулометрического состава ВУТ ОФ «Северная»

проб фильтр-kek также неоднороден по крупности. Наиболее тонкодисперсную структуру имели шламы ОФ «Северная», в отдельных пробах которых выход класса менее 0,071 мм достигал 93,7% (проба № 3). Наиболее крупными по гранулометрическому составу являлись шламы (отходы) ЦОФ «Абашевская», в пробах которой присутствовал класс +3,0 мм в количестве 1,5%÷1,9% от исходного, выход класса менее 0,071 мм в пробе № 2 – 45,0%.

Гранулометрический состав проб фильтр-kekов с остальных анализируемых предприятий имел приблизительно одинаковое распределение выходов по классам крупности

Обработка гранулометрического состава твердых частиц в ВУТ из табл. 3 по уравнению Розина-Раммлера [2] показала, что полученные зависимости хорошо описывают экспериментальные значения (рис. 2).

Учитывая, что водоугольные суспензии с массовой долей твердой фазы более 50% являются неньютоновскими жидкостями, для каждой из исследуемых проб ВУТ по результатам измерений напряжений сдвига на различных скоростях сдви-

га определялись соответствующие коэффициенты реологических уравнений.

Для наилучших по реологическим свойствам проб построены кривые течения.

На рис. 3 реологические кривые ВУТ для пробы №4 из фильтр-kek ОФ «Щедрухинская» и для пробы №1 из фильтр-kek ЦОФ «Кузбасская».

Важнейшим параметром, характеризующим супензионное угольное топливо, является его низшая теплота сгорания.

Низшая теплота сгорания анализируемых проб фильтр-kekов изменялась в основном в интервале от 11,5 МДж/кг (2758 ккал/кг) (фильтр-kek марки «Т» ОФ «Междуреченская») до 14,7 МДж/кг (3518 ккал/кг) (фильтр-kek ОФ «Красногорская») (табл. 2). Исключением является проба фильтр-kek марки «КС» ОФ «Междуреченская», низшая теплота сгорания которой составляла 10,0 МДж/кг (2390 ккал/кг). Следовательно, наиболее низкокалорийный фильтр-kek с ОФ «Междуреченская», а высококалорийный – фильтр-kek с ОФ «Красногорская».

Приготовление супензионного угольного топлива влечет за собой лишь незначительное отно-

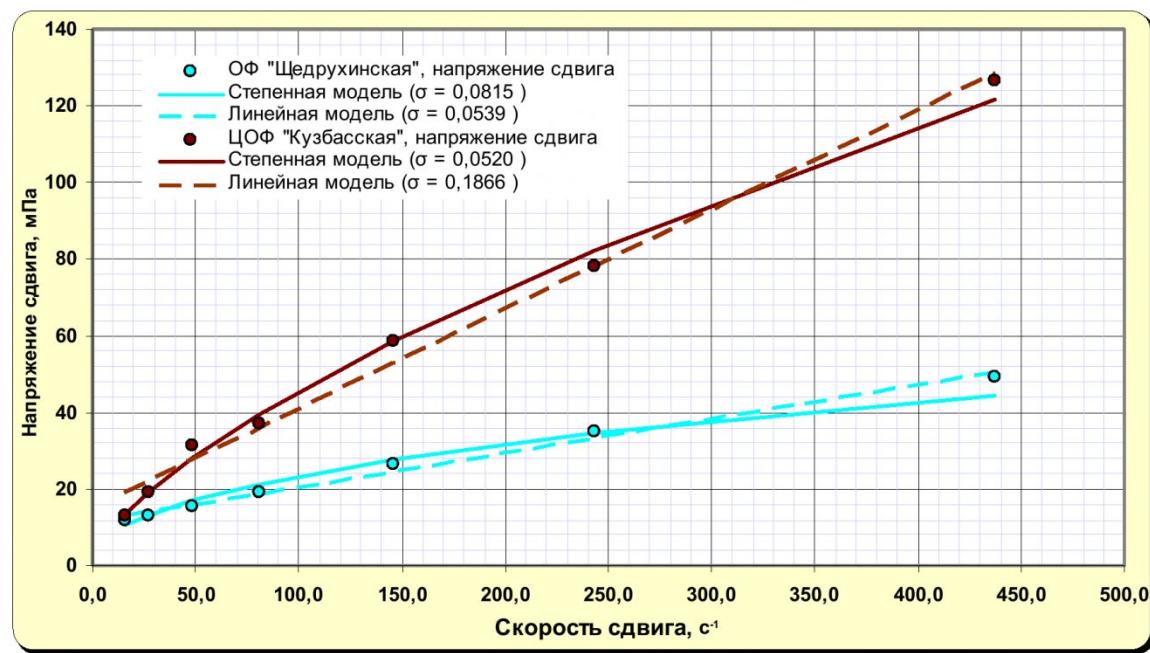


Рис. 3. Реологические кривые течения ВУТ
(для проб №4 фильтр-кека ОФ «Щедрухинская» и №1 фильтр-кека
ЦОФ «Кузбасская»).

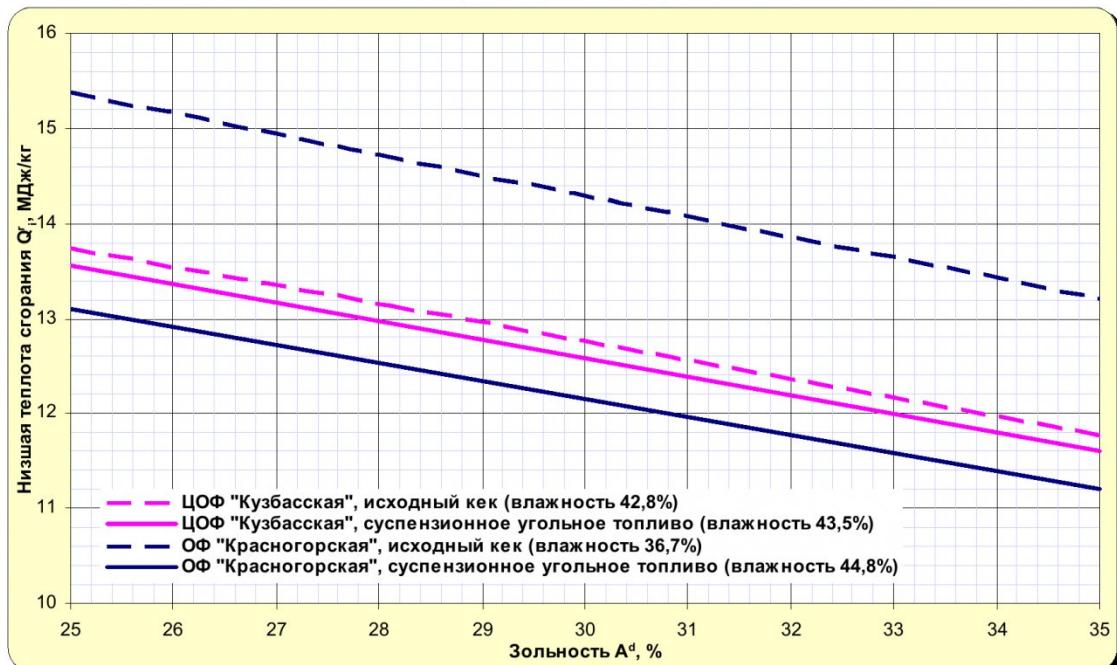


Рис. 4. Зависимость низшей теплоты сгорания от влажности и зольности супензионного угольного топлива и исходного фильтр-кека (ЦОФ «Кузбасская», проба №1 и ОФ «Красногорская», проба №1).

сительное уменьшение низшей теплоты сгорания по сравнению с исходным фильтр-кеком (на 1,5 – 15,2 %). В результате получается жидкое топливо, которое можно транспортировать по трубопроводам, в авто- и железнодорожных цистернах, танкерах и т.д., хранить в емкостях и эффективно сжигать используя технологию сжигания путем его распыления через форсунки.

На рисунке 4 приведены графики зависимости

низшей теплоты сгорания от влажности и зольности супензионного угольного топлива и исходных фильтр-кеков для ЦОФ «Кузбасская» и ОФ «Красногорская», где наблюдалось минимальное и максимальное снижение низшей теплоты сгорания соответственно.

Выполненные исследования показали возможность получения супензионного угольного топлива на основе тонкодисперсных отходов уг-

леобогащения и фильтр-kekов с необходимыми структурно-реологическими и теплофизическими характеристиками:

- массовая доля твердой фазы от 53,0% до 63,0%;
- зольность от 18,0% до 40,0%;
- эффективная вязкость при скорости сдвига

81 c^{-1} при температуре 20°C от 200 до 600 мПа·с;

- низшая теплота сгорания ВУТ от 2500 ккал/кг до 3300 ккал/кг;
- гранулометрический состав:
0-250 мм – до 5,0%,
0,071 мм – 60,0% - 80,0%;
- статическая стабильность от 10 до 30 суток.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Л.А. Антипенко. Технологические регламенты обогатительных фабрик Кузнецкого бассейна. Прокопьевск, 2007.
2. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых/ Андреев С.Е., Перов В.А., Зверевич В.В. М.: Недра, 1980. – С. 415.

□ Авторы статьи:

Вахрушева
Галина Дмитриевна,
ведущий инженер СибГИУ.
Тел. 89617177488

Мурко
Василий Иванович,
докт.техн.наук, проф.,
рук. лаборатории СибГИУ.
Тел. 89617177514.
E-mail: sib_eco@kuz.ru

Федяев
Владимир Иванович,
генеральный директор ЗАО НПП
«Сибэкотехника».
Тел. 89617177459

Карпенок
Виктор Иванович,
старший научный сотрудник
СибГИУ.
Тел. 89617177459

Мастихина
Вера Павловна,
старший научный сотрудник
СибГИУ.
Тел. 89617177496

Дзюба
Дмитрий Анатольевич,
старший научный сотрудник
СибГИУ.
Тел. 89617177430

УДК 622.831.2

А. А. Рогачков, В. В. Клинов, А. В. Ремезов

К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНКЕРНОГО КРЕПЛЕНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК В ЗОНАХ ПОВЫШЕННОГО ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СБЛИЖЕННЫХ ПЛАСТОВ

Интенсивное развитие концентрации горных работ при отработке сближенных пластов длинными столбами с оставлением угольных целиков вышерасположенных пластов приводит к ситуации, когда подготовительные выработки нижезалегающих пластов находятся в технологически неудовлетворительном состоянии. Невосполнимые потери времени от простоеов лав, вызванные нарушением контура и крепи выработок, а также срочная необходимость в перекреплении подготовительных выработок, все эти факторы в значительной степени увеличивают себестоимость извлекаемого угля.

Сегодня на шахтах, отрабатывающих сближенные пласти, применяется ряд способов обеспечения рационального поддержания подготовительных выработок нижезалегающих пластов.

Так на стадии проектирования, планирование горных работ путем расположения подготовительных выработок относительно проекций зон ПГД (краевые части, целики вышерасположенных пластов) далеко не всегда приводит к положительным результатам, о чем свидетельствует опыт

отработки сближенных пластов Болдыревского и Поленовского в условиях шахты им. С.М. Кирова.

Следует подчеркнуть, что оперативное решение задач по обеспечению устойчивости подготовительных выработок, расположенных в сложных условиях шахт, затруднительно, используя основные действующие нормативные документы [1]. В этой связи нередко расчеты паспортов крепления согласовываются со специалистами СПГГУ (Горный научно-исследовательский университет), КузГТУ, ОАО «КузНИИ», ООО «ЦАК».

К примеру, дополнительные нетиповые расчеты параметров тросовой анкерной крепи усиления для поддержания подготовительных выработок в особых условиях проводятся на основании опыта инженерных кадров.

Тем не менее, как показывает практика, использование анкерной крепи в сочетании в тросовой, полностью не решает проблему, по различным причинам: недостаток практического опыта применения анкеров глубокого заложения; слабая нормативно-расчетная база при обосновании параметров крепи с использованием канатных анке-