

С.О. ФЕДОСЕЕВА,

Л.А. МОРОЗОВА, канд. техн. наук

(Украина, Луганск, ГП "Укрниииуглеобогащение"),

А.В. ФЕДОРОВ, А.Г. РЕЗНИЧЕНКО

(Украина, Доброполье, ПАО "ДТЭК Добропольская ЦОФ")

РАЗРАБОТКА НОВОГО РЕАГЕНТНОГО РЕЖИМА ФЛОТАЦИИ УГЛЕЙ ПАО "ДТЭК ДОБРОПОЛЬСКАЯ ЦОФ"

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Совершенствование процесса флотации углей, поиск эффективных реагентов и оптимальных технологических режимов – один из главных факторов, от которых зависит технологическая и экономическая результативность флотационного обогащения.

В начале 90-х годов прошлого столетия в связи с переходом к рыночной экономике наибольшее распространение среди реагентов – вспенивателей на углеобогажительных фабриках Украины получил продукт под названием масло ПОД. К достоинствам данного реагента можно отнести доступность для украинского потребителя, поскольку является продуктом отечественной нефтехимии, выпускаемым на предприятиях ОАО "Азот" г. Северодонецк, Черкассы и Ровно, достаточные ресурсы и относительная дешевизна. Однако реагент масло ПОД имеет ряд существенных недостатков, основным из которых является неудовлетворительные эксплуатационные свойства. Относительно высокая вязкость (до $80 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$) и температура застывания (до минус $18 \text{ }^\circ\text{C}$) создают определенные трудности при транспортировании реагента по трубопроводам и подаче в процесс при работе обогажительных фабрик в холодный период года.

Анализ исследований и публикаций. Проведенными исследованиями по оценке эффективности, поверхностной активности и пенообразующей способности гетерополярных реагентов пенообразователей, согласно предложенной классификации исследованных технических продуктов [1], масло ПОД относится к поверхностно-малоактивным реагентам и имеет низкую флотационную активность.

Постановка задачи. Целью данной работы является определение наиболее эффективных реагентов – вспенивателей для углей ПАО "ДТЭК Добропольская ЦОФ" и разработка нового реагентного режима их флотации.

Изложение материала и результаты. На основании теоретических исследований и лабораторных экспериментов разработаны и предложены для практического использования на ПАО "ДТЭК Добропольская ЦОФ" новые реагентные режимы флотации углей.

В таблице 1 приведены результаты лабораторных исследований флотоактивности различных реагентов-вспенивателей в сочетании с топливом ТС-1 при обогащении шламов рядовых углей шахт "Новодонецкая" и "Добропольская", составляющих питание флотации ПАО "ДТЭК Добропольская ЦОФ", содержа-

Флотация

ние твердого в исходном продукте – 100 г/л. Анализ полученных данных показывает, что в порядке возрастания флотационной активности реагенты-вспениватели располагаются в следующей последовательности:

Масло ПОД → оксаль марки Т-66 → композиционный реагент → оксаль марки Т-92 → КЭТГОЛ.

Таблица 1

№ флото-опыта	Расход реагентов			Зольность, %			Выход флотоконцентрата, %	Извлечение горючей массы в концентрат %
	собиратель (ТС-1), г/т	вспениватель		исходного	флотоконцентрата	отходов		
		г/т	г/м ³					
Вспениватель – масло ПОД								
1	1300	100	5,0	43,8	17,4	61,0	39,4	57,9
2	1300	150	15,0	44,5	16,5	69,6	47,3	71,2
Вспениватель – оксаль марки Т-66								
3	1300	50	5,0	44,0	15,9	67,1	45,1	67,7
4	1300	100	10,0	44,2	15,8	79,4	55,3	83,4
Вспениватель – оксаль марки Т-92								
5	1300	50	5,0	44,2	16,0	72,8	50,3	75,7
6	1300	100	10,0	44,1	17,7	83,4	59,8	88,0
Вспениватель – КЭТГОЛ								
7	1300	50	5,0	44,7	16,3	79,0	54,7	82,8
8	1300	100	10,0	44,5	17,6	84,1	59,5	88,3
Вспениватель – композиционный реагент								
9	1300	50	5,0	43,9	16,6	73,5	52,0	77,3
10	1300	100	10,0	44,3	18,5	79,1	57,4	84,0

Из приведенной таблицы видно, что применение в качестве вспенивателей реагентов КЭТГОЛ или оксаля марки Т-92 позволяет повысить зольность отходов флотации с 69,6% (опыт 2) до 84,1 и 83,4% (опыты 8 и 6), а выход флотоконцентрата при этом увеличивается с 47,3 до 59,5 и 59,8% соответственно при незначительном увеличении его зольности с 16,5 до 17,6-17,7%. Извлечение горючей массы в концентрат возрастает с 71,2 до 88,0-88,3%. Расход реагентов вспенивателей уменьшен в 1,5 раза со 150 до 100 г/т.

Таким образом, проведенными лабораторными исследованиями показано, что применяемое в качестве вспенивателя масло ПОД, обладает недостаточной флотоактивностью, что является причиной значительных потерь горючей массы с отходами флотации и вызывает необходимость изыскания более эффективных флотореагентов.

Для проведения промышленных испытаний по результатам лабораторных исследований взамен масла ПОД был выбран оксаль марки Т-92, обладающий высокой флотационной активностью и отсутствием резкого запаха.

Испытания проводились во флотационном отделении ПАО "ДТЭК Добропольская ЦОФ" при установившемся режиме работы фабрики под нагрузкой. Питанием флотации являлись часть слива гидроциклонов ГЦ-1000 и шламовая вода, разбавляемые технической водой. Подготовка пульпы осуществлялась в

аппарате АКП-1600. Процесс флотации осуществлялся в двух флотомашинках МФУ 2-63 и двух флотомашинках ФМУ-50. Для дозирования флотореагентов в процесс использовались дозаторы АДРМ-3. Подача реагентов в процесс – единовременная в расходомерный бак пульпы. Расходы реагентов изменялись в пределах, обеспечивающих получение продуктов требуемого качества. Флотоконцентрат обезвоживался на четырех вакуум-фильтрах "Украина-80" и шести центрифугах ОГШ-461. Отходы сбрасывались без сгущения в илонакопитель.

Результаты промышленных испытаний реагентных режимов в условиях флотоотделения ПАО "ДТЭК Добропольская ЦОФ" с применением в качестве вспенивателей масла ПОД и оксаля марки Т-92 представлены в таблице 2.

Анализ их позволяет отметить следующее. При работе с применением в качестве вспенивателя масла ПОД содержание твердого в исходном питании составляло в среднем 158 г/л, зольность – 43,4%. Средний расход реагентов: собирателя – 1029 г/т, вспенивателя – 162 г/т. В этих условиях среднее значение зольности отходов флотации составило 61,1% при средней зольности флотоконцентрата 28,4%.

При работе с применением в качестве вспенивателя оксаля марки Т-92 содержание твердого в питании составило в среднем 215 г/л при его зольности 46,3%. Средний расход собирателя составил 907 г/т, вспенивателя 80 г/т. В этих условиях среднее значение зольности отходов флотации возросло на 10,5% (с 61,1 до 71,6%) при средней зольности флотоконцентрата 31,2%.

Применение реагентных режимов с дробной дозировкой вспенивателя оксаль марки Т-92 (50% в расходомерный бак пульпы и по 25% в воздушные патрубки 2-й и 4-й или 3-й и 5-й камер флотомашин) позволяет повысить селективность процесса флотации, то есть дополнительно повысить зольность отходов флотации на 2,1-3,1%, при одновременном снижении зольности флотоконцентрата на 0,4-0,6% (таблица 3 – Влияние способа дозирования вспенивателя оксаль марки Т-92 на показатели флотации угольных шламов).

Гранулометрический состав питания и отходов флотации при опробованиях №3 (вспениватель масло ПОД) и №4 (вспениватель оксаль марки Т-92) приведен в таблице 4.

Результаты ситового анализа свидетельствуют о том, что потери горючей массы с отходами флотации обусловлены в основном присутствием во флотоотходах низкозольных угольных частиц крупностью 0,125-1,0 мм, зольность которых составляет 11,9-14,5% (табл. 4). Содержание частиц угля класса 0,125-1,0 мм в отходах флотомашин при использовании в качестве вспенивателя масла ПОД достигает 19,81%, а в отходах флотации при использовании оксаля марки Т-92 содержание низкозольных зернистых частиц снижается до 12,21%.

Следует отметить, что применение оксаля марки Т-92 вместо масла ПОД позволяет также повысить и зольность самого тонкого класса угольных частиц в отходах флотации крупностью менее 0,063 мм с 70,8 до 80,4%. Это обусловлено более высокой селективностью разделения предложенного реагента.

Флотація

Таблиця 2

№ опробования, дата	Наименование шахты- поставщика	Нагрузка на флото- отделение		Расход флотореагентов, г/т				Содержание твердого в исходной пульпе, г/л	Зольность, %			Содержание в продукте, г/т концентрат
		м ³ /ч	т/ч	собиранеля ТС-1 ($\rho=0,8$ г/см ³)		вспенивателя			исходного	концентрата	отходов*	
				мл/т	г/т	г/т	г/м ³					
Вспениватель – масло ПОД												
1	Добропольская, Новодонецкая	650	65	1300	1040	230	23	100	44,7	28,0	- 68,9	170
2	Добропольская, Новодонецкая	650	123,5	1260	1008	135	25,6	190	44,5	28,0	1-59,4 2-53,6 4-55,0 Ср.-56,0	215
3	Добропольская, Новодонецкая, Алмазная, Юбилейная	650	120	1300	1040	120	22,2	185	40,9	29,3	58,5	223
Среднее значение		650	102,8	1287	1029	162	25,6	158	43,4	28,4	61,1	203
Вспениватель – оксаль Т-92												
4	Добропольская, Алмазная	650	159	980	785	75	18,3	245	43,1	30,0	1-75,0 2-64,5 4-70,3 6-74,0 Ср. -71,0	266
5	Добропольская, Новодонецкая, Алмазная	650	140	1350	1085	85	18,3	215	44,8	32,2	1-73,9 2-71,2 4-70,1 6-74,0 Ср. – 72,3	235
6	Добропольская, Новодонецкая, Алмазная	650	120	1065	850	80	14,8	185	51,1	31,4	1-73,4 2-70,1 4-72,5 6-69,9 Ср. – 71,5	220
Среднее значение		650	140	1132	907	80	17,1	215	46,3	31,2	71,6	240

* – цифры – № флотомашин

Флотация

Таблица 3

Наименование шахты-поставщика	Нагрузка на флотоотделение		Расход флотореагентов			Содержание твердого в исходной пульпе, г/л	Зольность, %			Содержание твердого в продуктах флотации, г/л	
	м ³ /ч	т/ч	собиранителя ТС-1 (ρ=0,8 г/см ³)		вспенивателя		исходного	концентра	отходов	концентра	отходах
			мл/т	г/т							

Флотомашина № 1

Единовременная дозировка вспенивателя оксаль марки Т-92 в расходомерный бак пульпы

Добропольская, Новодонецкая, Алмазная	650	120	1065	850	80	185	51,1	34,5	71,8	225	156
---------------------------------------	-----	-----	------	-----	----	-----	------	------	------	-----	-----

Дробная дозировка вспенивателя оксаль марки Т-92: 50 % – в расходомерный бак пульпы и по 25 % во 2 и 4 камеры флотомашины

Добропольская, Новодонецкая, Алмазная	650	120	1065	850	40+20+20	185	51,1	34,1	73,9	230	150
---------------------------------------	-----	-----	------	-----	----------	-----	------	------	------	-----	-----

Флотомашина № 2

Единовременная дозировка вспенивателя оксаль марки Т-92 в расходомерный бак пульпы

Добропольская, Новодонецкая, Алмазная	650	146	1070	855	60	225	51,1	36,8	69,9	245	165
---------------------------------------	-----	-----	------	-----	----	-----	------	------	------	-----	-----

Дробная дозировка вспенивателя оксаль марки Т-92: 50 % – в расходомерный бак пульпы и по 25 % в 3 и 5 камеры флотомашины

Добропольская, Новодонецкая, Алмазная	650	146	1070	855	30+15+15	225	51,1	36,2	73,0	250	160
---------------------------------------	-----	-----	------	-----	----------	-----	------	------	------	-----	-----

Таблица 4

Крупность, мм	Выход, %	Зольность, %	Надситный продукт, %		Подситный продукт, %	
			выход	зольность	выход	зольность

Питание флотации

>1	0,13	2,4	0,13	2,4	100,00	41,0
1-0,5	3,15	2,3	3,28	2,3	99,87	41,0
0,5-0,25	6,82	3,6	10,09	3,2	96,72	42,3
0,25-0,125	8,65	9,2	18,74	6,0	89,91	45,2
0,125-0,063	6,03	20,8	24,77	9,6	81,26	49,0
0,063-0	75,23	51,3	100,00	41,0	75,23	51,3
Итого	100,00	41,0				

Флотоотходы (опробование с применением вспенивателя масла ПОД)

>1	0,25	4,0	0,25	4,0	100,00	57,5
1-0,5	4,06	4,4	4,32	4,4	99,75	57,6
0,5-0,25	7,03	5,9	11,35	5,3	95,68	59,9
0,25-0,125	8,47	20,8	19,81	11,9	88,65	64,1
0,125-0,063	6,10	43,3	25,91	19,3	80,19	68,7
0,063-0	74,09	70,8	100,00	57,5	74,09	70,8

Флотація

Итого	100,00	57,5				
<i>Продолжение табл. 4</i>						
Флотоотходы (опробование с применением вспенивателя оксаль Т-92)						
>0,5	2,33	4,0	2,33	4,0	100,00	71,5
0,5-0,25	5,23	8,0	7,56	6,8	97,67	73,1
0,25-0,125	4,65	27,0	12,21	14,5	92,44	76,8
0,125-0,063	3,49	56,2	15,70	23,7	87,79	79,4
0,063-0	84,30	80,4	100,00	71,5	84,30	80,4
Итого	100,00	71,5				

Таким образом, результаты промышленной проверки реагента оксаль марки Т-92 в качестве вспенивателя позволяют сделать вывод о высоких флотационных свойствах данного реагента и рекомендовать его для освоения и практического использования во флотоотделении ПАО "ДТЭК Добропольская ЦОФ".

Выводы и направления дальнейших исследований

1. Промышленная проверка режимов флотации с применением оксала марки Т-92 в качестве вспенивателя подтвердила результаты лабораторных исследований и предложенной классификации технических продуктов, а также его преимущества в сравнении с маслом ПОД: снизились потери горючей массы с отходами флотации за счет повышения их зольности на 8-10%, при одновременном снижении расхода вспенивателя в 1,5 раза.

2. Для повышения эффективности работы флотоотделения фабрики целесообразно усовершенствовать способ дозирования и распределения флотореагентов:

– оксаль марки Т-92 рекомендуется подавать дробно: 50% в "голову" процесса, остальное в воздушные патрубки аэрационных блоков 2-й и 4-й камер флотомашин;

– собиратель ТС-1 следует подавать одновременно 100% в расходомерный бак пульпы.

Федосеева С.О., Морозов О.А. Влияние поверхностной активности и пенообразующей способности гетерополярных реагентов на их флотационные свойства // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2012. – Вып. 48(89). – С. 93-97.

© Федосеева С.О., Морозова Л.А., Федоров А.В., Резниченко А.Г., 2012

*Надійшла до редколегії 24.04.2012 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. О.Д. Полуляхом*