

Петухов В.Н., Саблин А.В., Лавриненко А.А., Юнаш А.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛОТИРУЕМОСТИ УГЛЕЙ С РАЗЛИЧНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НОВОГО РЕАГЕНТА-СОБИРАТЕЛЯ

На коксование поступают угли после предварительного их обогащения до содержания минеральных веществ в концентратах в пределах 7–9%. При добыче каменных углей содержание тонких классов менее 0,5 мм непрерывно увеличивается и достигает 25–35% от рядового угля. Для обогащения тонких классов углей наиболее эффективным методом обогащения является флотация, которая в связи с использованием дорогостоящих реагентов значительно увеличивает себестоимость концентратов. Применяемые флотационные реагенты являются, как правило, отходами нефтепереработки непостоянного группового химического состава, что приводит не только к высокому их расходу, но и к значительным потерям органической массы угля с отходами флотации. Особенно существенные потери органической массы углей наблюдаются в случае обогащения углей с высокой минерализацией органической массы.

Для повышения эффективности флотации углей в направлении повышения извлечения горючей массы в концентрат при одновременном снижении расхода реагентов-собирателей разрабатываются новые реагентные режимы.

Известно использование новых реагентов-собирателей и комплексных реагентов, содержащих в групповом химическом составе α -олефины [1] или кремнийорганические кислородсодержащие соединения [2, 3]. Однако их незначительные ресурсы и дефицитность не позволяют использовать предлагаемые реагенты на углеобогащительных фабриках.

Нами были проведены изыскания новых эффективных реагентов-собирателей на основе исследования межмолекулярного взаимодействия углеводородов с угольной поверхностью.

Характер межмолекулярного взаимодействия углеводородов с угольной поверхностью можно оценить по времени удерживания реагентов на адсорбенте.

По величине времени удерживания химических соединений можно судить о прочности их закрепления на угольной поверхности, механизме адсорбции и, в конечном итоге, его можно косвенно использовать для поиска высокоэффективных реагентов-собирателей. В работе [4] было установлено,

что по времени удерживания исследуемые классы углеводородов располагаются в повышающийся ряд: алканы < α -олефины < арены. Так, например, время удерживания на угле октана составило 24 с, нонана – 75 с, а зопропилбензола – 174,5 с.

Лучшей адсорбционной активностью обладают алкены (α -децен) и арены (изопропилбензол). Это подтверждается повышением величины ΔH с 23,5–27 до 30,5–38,4 кДж/моль, что объясняется наличием в их молекулах π -электронов кратных углерод-углеродных связей. Повышенная электронная плотность в молекулах углеводородов с кратными углерод-углеродными связями способствует более прочному взаимодействию их с полярными центрами угольной поверхности.

Это находится в хорошей корреляционной зависимости с их флотационной активностью. Наиболее высокие показатели по флотации угля получены в случае использования изопропилбензола. При равном расходе реагентов выход концентрата составил для изопропилбензола 76,1%, а в случае использования нонана выход концентрата снизился до 68,7%. При использовании октана выход концентрата составил 62,1%, а при применении α -октена выход концентрата повысился до 71,5%.

Результаты исследования термодинамических параметров адсорбции чистых химических соединений и показатели флотации углей углеводородами позволили выбрать для исследования в лабораторных условиях новый реагент-собиратель – кубовый остаток производства изопропилбензола (КО ИПБ).

В групповом химическом составе КО ИПБ содержатся 90–98% алкилзамещенных бензольных углеводородов C_9 – C_{15} с изомерным строением алкильных заместителей и пределами кипения от 180 до 320°C.

Для сравнения эффективности действия нового собирателя использовали технический продукт ТС-1, применяемый в качестве собирателя на углеобогащительной фабрике ОАО «Северсталь», содержащий в групповом химическом составе до 22% ароматических углеводородов. В качестве угольного шлама использовали исходное питание флотации, обогащаемое в условиях УОФ КХП «Север-

сталь», а также более высокоминерализованную угольную мелочь шахт Кузнецкого бассейна.

Исследованием установлено, что применение в качестве реагента-собираателя КО ИПБ позволяет улучшить показатели процесса флотации углей по сравнению с ТС-1.

В случае флотации угля шахты «Первомайская» выход концентрата при равном расходе реагентов-собираателей (1,5 кг/т шлама) повысился с 77,7 до 83,1%, а зольность отходов с 56,9 до

66,2% (табл. 1). Установлено, что применение КО ИПБ позволяет повысить извлечение горючей массы в концентрат с 90,8 до 95,2% при одновременном снижении расхода собирателя на 10% по сравнению с использованием ТС-1.

Следует отметить, что зольность концентрата в случае применения в качестве собирателя КО ИПБ повышается на 0,8–1,4%, однако соответствует требованиям, предъявляемым к концентратам, поступающим на коксование.

Таблица 1

Показатели флотации углей с использованием различных реагентов-собираателей

Реагентный режим					Показатели флотации						Исходный продукт
СобираТЕЛЬ	Вспениватель	Расход реагентов, кг/т			Продукты флотации	Выход, %	Зольность, %	Извлечение горючей массы	Извлечение минеральной массы	Коэффициент селективности	
		собираателя	вспенивателя	общий							
ТС-1	КОБС	1,5	0,04	1,54	Концентрат	77,7	6,2	88,3	27,5	0,8	
					Отходы	22,3	56,9	11,7	72,5		
		2	0,04	2,04	Концентрат	80,4	6,8	90,8	31,2	0,79	
					Отходы	19,6	6,4	9,2	68,8		
Кубовый остаток производства изопробилбензола	КОБС	1,5	0,04	1,04	Концентрат	83,1	7,6	93,1	36,1	0,771	
					Отходы	16,9	66,2	6,9	63,9		
		1,8	0,04	1,54	Концентрат	85,6	8,2	95,2	40,1	0,755	
					Отходы	14,4	72,8	4,8	59,9		
					Исходный	100	17,5	100	100		
					Исходный	100	17,5	100	100		

Таблица 2

Результаты флотации угля с различной зольностью

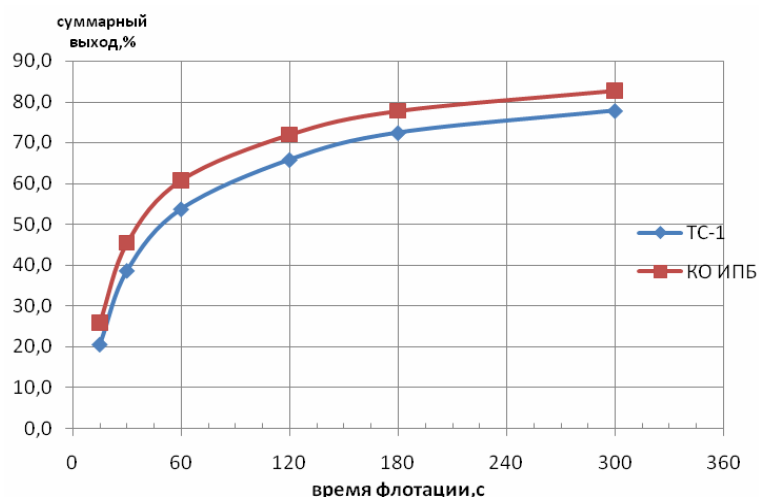
Степень минерализации угля	Реагентный режим					Показатели флотации					
	СобираТЕЛЬ	Вспениватель	Расход реагентов, кг/т			Продукты флотации	Выход концентрата, %	Зольность концентрата, %	Извлечение горючей массы в концентрат, %	Извлечение минеральной массы в отходы	Коэффициент селективности
			собираателя	вспенивателя	общий						
Низкая	ТС-1	Кубовый остаток производства бутилового спирта	2,25	0,06	2,31	Концентрат	85,8	6,4	92,8	59,3	0,742
						Отходы	14,2	56,4			
						Исходный	100,0	13,5			
	КО ИПБ	1,80	1,86	Концентрат	89,5	6,8	96,4	57,0	0,741		
				Отходы	10,9	70,6					
				Исходный	100,0	13,5					
Средняя	ТС-1	Кубовый остаток производства бутилового спирта	2,25	0,06	2,31	Концентрат	75,9	8,9	88,3	68,8	0,779
						Отходы	24,1	62,0			
						Исходный	100,0	21,7			
	КО ИПБ	1,80	1,86	Концентрат	80,2	9,4	92,8	65,2	0,778		
				Отходы	19,8	71,5					
				Исходный	100,0	21,7					
Высокая	ТС-1	Кубовый остаток производства бутилового спирта	2,25	0,06	2,31	Концентрат	59,2	11,9	78,4	78,9	0,786
						Отходы	40,8	64,8			
						Исходный	100,0	33,5			
	КО ИПБ	1,80	1,86	Концентрат	64,5	12,8	84,6	75,3	0,798		
				Отходы	35,5	71,1					
				Исходный	100,0	33,5					

Исследования, проведенные с использованием углей Кузнецкого бассейна с зольностью от 21,5 до 33,5%, а также исходного шлама УОФ КХП ОАО «Северсталь», подтвердили закономерности, полученные при обогащении угольной мелочи шахты «Первомайская». Применение в качестве собирателя КО ИПБ позволило улучшить показатели флотации углей.

Выход концентрата повышается на 3,7–5,3% при одновременном снижении расхода КО ИПБ на 25%. При этом наиболее высокие показатели получены для высокозольных углей. Извлечение горючей массы в концентрат при флотации низкозольного питания УОФ КХП ОАО «Северсталь» (13,5%) повысилось на 3,6%, в то время как в случае флотации высокозольного продукта ($A^d=33,5\%$) применение в качестве собирателя КО ИПБ вместо ТС-1 позволило увеличить извлечение горючей массы в концентрат на 6,2%, а коэффициент селективности процесса флотации повысился с 0,786 до 0,798 (табл. 2).

Результаты исследования позволили установить более высокую скорость флотации углей при использовании в качестве реагента-собирателя КО ИПБ. При равном времени флотации суммарный выход концентрата увеличивается на 5,0–7,1%. (см. рисунок).

Повышенная эффективность действия реагента-собирателя КО ИПБ объясняется наличием в реагенте ароматических соединений, имеющих повышенную величину адсорбции на угольной поверхности по сравнению с алканами и нафтенами, составляющими основную массу химиче-



Кинетика флотации угольной мелочи при использовании различных собирателей

ских соединений реагента-собирателя ТС-1. Кроме того, ароматические углеводороды, входящие в состав КО ИПБ, имеют углеводородные радикалы замещения изомерного строения $[-(C_3H_7)_n]$. При адсорбции ароматических углеводородов с изомерным строением радикалов замещения значительно повышается гидрофобизация угольной поверхности вследствие «разрыхления» гидратных слоев вблизи поверхности угля, что обеспечивает повышение краевого угла смачивания и прочности контакта «частица–пузырек» [3].

Таким образом, исследованный новый реагент-собиратель КО ИПБ обеспечивает повышение флотиремости углей с различной минерализацией и рекомендуется для промышленных испытаний на углеобогажительных фабриках.

Библиографический список

1. Исследование и разработка нового реагентного режима флотации углей на основе термодинамических параметров адсорбции углеводородов на угольной поверхности / Петухов В.Н., Осина Н.Ю., Юнаш А.А. и др. // Баш. хим. журнал. 2007. Т. 14. № 3. С. 69–71.
2. Кукушкин В.В. Совершенствование технологии флотации труднообогатимых углей путем разработки новых реагентных режимов: Дис. ... канд. техн. наук. Магнитогорск, 2003. 167 с.
3. Совершенствование технологии флотации углей за счет использования кремнийорганических соединений / Петухов В.Н., Осина Н.Ю., Кукушкин В.В. и др. // Вестник Кузбас. гос. техн. ун-та. Кемерово, 2003. № 5. С. 78–81.
4. Разработка нового реагентного режима флотации углей на основе результатов изучения термодинамических параметров адсорбции углеводородов на угольной поверхности / Петухов В.Н., Осина Н.Ю., Юнаш А.А., Саблин А.В. // Кокс и химия. 2007. № 9. С. 6–9.