

УДК 622.765

О. В. Карпенко, магистрант (БГТУ); **Е. И. Грушова**, доктор технических наук, профессор (БГТУ);
И. В. Шуляк, аспирант (БГТУ); **А. Н. Паськова**, студентка (БГТУ);
Л. В. Бахмутская, инженер (ОАО «Белгорхимпром»);
М. Р. Турко, начальник технологической лаборатории (ОАО «Белгорхимпром»)

ПРИМЕНЕНИЕ ПАРАФИНСОДЕРЖАЩИХ ЭМУЛЬСИЙ В КАЧЕСТВЕ АПОЛЯРНОГО СОРЕАГЕНТА В ПРОЦЕССЕ СИЛЬВИНОВОЙ ФЛОТАЦИИ

Исследование посвящено изысканию более доступных аполярных реагентов парафинового основания для применения их в процессе флотационного обогащения калийных руд, а также совершенствованию формы, в которой вводится реагент в процесс флотации. Установлено, что введение нефтепродуктов парафинового основания во флотационную систему в виде эмульсий обеспечивает извлечение хлорида калия на уровне, сопоставимом с аналогичным показателем промышленного процесса.

Research is devoted to find more affordable non-polar paraffinic base reagents for use in the process of flotation of potash ores, as well as to improve the manner in which the reagent is entered into the flotation process. It is established that introduction of paraffinic base oil to a flotation system in the form of emulsions provides extraction of potassium chloride at a level comparable with that of the industrial process.

Введение. Основным способом извлечения хлорида калия из сильвинитовой руды является флотация, которая отличается относительной простотой и высокой эффективностью. Процесс включает много этапов, но основным является сильвиновая флотация, где используется большое количество различных флотационных реагентов. Основным реагентом является собиратель, который представляет собой систему, состоящую из базового компонента – алифатических аминов жирного ряда – и сорреагента аполярного типа (например, жидкие парафины, слоп-вокс, гидроочищенный вакуумный газойль и т. д.) [1, 2].

Как известно, действие аминного реагента-собирающего наиболее эффективно интенсифицируют парафиновые углеводороды нормального строения [1]. Однако в связи с растущей потребностью нефтехимии в жидких парафинах для производства ПАВ и отсутствием их производства в Республике Беларусь весьма актуальной задачей является изыскание возможностей замены жидких парафинов на доступные нефтепродукты, содержащие парафины нормального строения.

Основная часть. Ранее нами было показано [3], что повысить флотационную активность реагента-собирающего в условиях флотации при повышенной температуре можно путем совершенствования формы, в которой вводится реагент в процесс флотации. Например, можно ввести аполярный реагент во флотационную систему в виде эмульсии. Это обеспечит более равномерное распределение его в объеме флотационной пульпы, сократит время на сильвиновую флотацию и увеличит производительность системы.

В данной работе исследовалась возможность получения эмульсий на основе ряда отечественных нефтепродуктов парафинового основания с последующим сопоставлением их флотационной актив-

ности в процессе сильвиновой флотации с аналогичными показателями промышленных аполярных реагентов. Испытания проводили с гидроочищенным вакуумным газойлем (ОАО «МНПЗ»); остаточным нефтепродуктом мягкого гидрокрекинга (ОАО «Нафтан»); остаточным нефтепродуктом гидрокрекинга (ОАО «Нафтан»); масляным отеком (ОАО «ЗГВ»); гачем (ОАО «Нафтан»).

Хроматографическим методом был исследован компонентный состав парафиновых углеводородов, входящих в состав испытуемых нефтепродуктов. В основе анализа использовали метод внутренней нормализации.

В табл. 1 представлено содержание в испытуемых нефтепродуктах соединений нормального и изо-строения.

Таблица 1

Содержание парафиновых углеводородов

Нефтепродукт	Содержание в парафиновых углеводородах, мас. %	
	<i>n</i> -парафины	изо-парафины
Гидроочищенный вакуумный газойль	5,8	94,2
Остаточный продукт мягкого гидрокрекинга	5,6	94,4
Остаточный продукт гидрокрекинга	7,3	92,7
Масляный отек	27	73
Гач	41	59

Из табл. 1 видно, что больше всего *n*-парафинов содержится в гаче и масляном отеке и меньше всего в гидроочищенном вакуумном газойле и остаточном продукте мягкого гидрокрекинга.

Составы нормальных и изо-парафинов, входящих в состав испытуемых нефтепродуктов, представлены в табл. 2.

Таблица 2
Состав парафиновых углеводородов

Нефтепродукт	Состав <i>n</i> -парафинов	Состав изо-парафинов
Гидроочищенный вакуумный газойль	C ₂₁ –C ₃₀	C ₂₀ –C ₃₉
Остаточный продукт мягкого гидрокрекинга	C ₂₂ –C ₂₆	C ₂₀ –C ₃₀
Остаточный продукт гидрокрекинга	C ₂₄ –C ₃₂	C ₂₁ –C ₃₉
Масляный отек	C ₂₀ –C ₃₂	C ₂₄ –C ₃₉
Гач	C ₃₃ –C ₄₂	C ₃₃ –C ₄₄

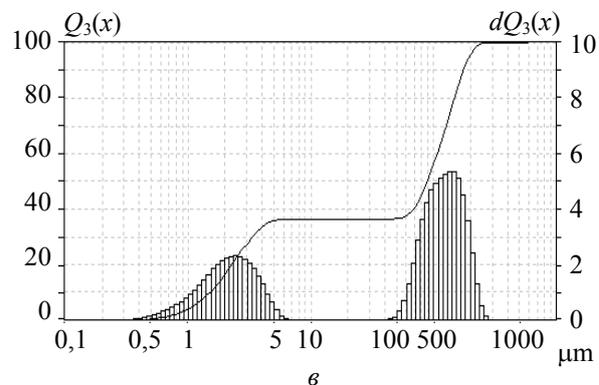
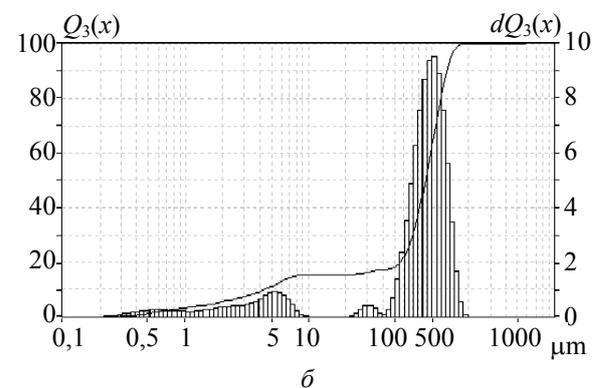
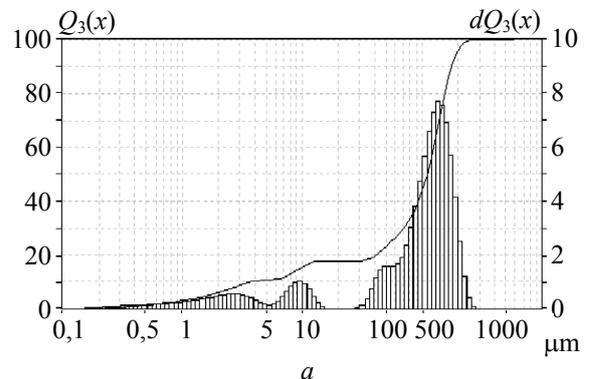
Установлено, что в состав гидроочищенного вакуумного газойля, остаточного продукта мягкого гидрокрекинга, остаточного продукта гидрокрекинга и масляного отека входят в основном нормальные парафины C₂₀–C₃₀, а в состав гача – нормальные парафины C₃₃–C₄₂. Составы изо-парафинов в испытуемых образцах близки, за исключением гача. Это углеводороды C₂₀–C₃₉.

На базе приведенных нефтепродуктов были получены эмульсии. В качестве эмульгатора использовали неионогенное поверхностно-активное вещество, технические данные которого приведены в табл. 3. Концентрации эмульгатора и нефтепродукта в воде были постоянными и составляли 3,2 и 32 мас. % соответственно.

Эмульсии получали на лабораторной установке, оснащенной механической мешалкой, путем постепенного добавления воды к заранее приготовленной смеси нефтепродукта и эмульгатора. Перемешивание осуществляется в течение 25 мин при частоте оборотов мешалки 50 мин⁻¹. Температуру процесса поддерживали в интервале 70–75°C.

Эмульсии, полученные на основе гидроочищенного вакуумного газойля, остаточного продукта мягкого гидрокрекинга, остаточного продукта гидрокрекинга, гача, были стабильны. Непригодными для использования оказались эмульсии гача (твердый продукт) и масляного отека (не стабильна). Стабильные эмульсии были проанализированы на лазерном анализаторе

размеров частиц Analyzette 22 MicroTec Fritsch GmbH (Германия) с целью оценки их дисперсности (рисунок).



Распределение частиц дисперсной фазы в эмульсии, полученной на основе:

- a* – гидроочищенного вакуумного газойля;
б – остаточного продукта мягкого гидрокрекинга;
в – остатка гидрокрекинга

Таблица 3

Технические данные ПАВ неионогенного типа

Показатель	Значение
Содержание действующего вещества, %	100
Содержание воды, %	0,5
pH-показатель (10%)	6,0
ГЛБ-баланс	10
Плотность, г/см ³	0,94
Растворимость	растворим в ацетоне, этаноле, изопропанолe, диспергирует в воде

Результаты сильвиновой флотации

Показатель	Эмульсии на основе			
	жидких парафинов	гидроочищенного вакуумного газойля	остаточного продукта мягкого гидрокрекинга	остатка гидрокрекинга
Выход, %				
черновой концентрат	31,73	26,26	29,10	26,01
хвосты	68,27	73,75	70,90	73,99
исходный	100,0	100,0	100,0	100,0
Массовая доля KCl, %				
черновой концентрат	81,24	86,04	81,03	83,86
хвосты	2,21	6,55	5,51	7,62
исходный	27,28	27,42	27,48	27,44
Массовая доля Н.О., %				
черновой концентрат	2,10	2,09	1,45	1,34
хвосты	3,02	3,02	2,59	2,46
исходный	2,73	2,78	2,26	2,17
Извлечение KCl, %				
черновой концентрат	94,47	82,38	85,80	79,46
хвосты	5,53	17,62	14,20	20,54
исходный	100,0	100,0	100,0	100,0
Извлечение Н.О., %				
черновой концентрат	24,38	19,79	18,71	16,04
хвосты	75,62	80,21	81,29	83,96
исходный	100,0	100,0	100,0	100,0

Как видно из рисунка, эмульсии являются полидисперсными. Все эмульсии представлены в основном группами частиц: 0,05–10,00 и 50–200 мкм. Однако только в эмульсии на основе остаточного продукта мягкого гидрокрекинга распределение частиц дисперсной фазы в большей степени соответствует распределению частиц в эмульсии промышленного аполярного реагента.

Полученные образцы эмульсий аполярных реагентов были испытаны в качестве сореагентов алифатических аминов в процессе сильвиновой флотации (табл. 4). Флотоопыты проводились на флотомашине ФМЛ 240. Расход эмульсии для всех образцов составлял 12 г/т руды. Сырьем служила руда, содержащая 27,76 мас. % KCl, 2,5 мас. % нерастворимого остатка, крупность – 1,25 мм.

Согласно сопоставительному анализу результатов флотации, флотационная активность испытуемых эмульсий несколько уступает эмульсии на основе жидких парафинов. Это еще раз подтверждает тот факт, что именно парафины нормального строения в первую очередь положительно влияют на гидрофобизацию флотируемых частиц хлорида калия. Однако эмульсии, полученные на базе остаточных нефтепродуктов, по своей флотационной активности фактически не уступают эмульсии гидроочищенного вакуумного газойля – промышленного реагента.

Закключение. Установлено, что введение нефтепродуктов парафинового основания во флотационную систему в виде эмульсий может обеспечивать извлечение хлорида калия на уровне, сопоставимом с аналогичным показателем промышленного процесса. По-видимому, улучшить достигнутые результаты флотации возможно за счет увеличения расхода аполярного реагента в виде эмульсии.

Литература

1. Грушова, Е. И. Применение добавок химических соединений для интенсификации процессов экстракции, флотации, адсорбции / Е. И. Грушова, А. И. Юсевич. – Минск: БГТУ, 2006. – 182 с.
2. Разработка новых реагентных режимов флотации сильвинитовых руд / С. Н. Титков [и др.] // Актуальные вопросы добычи и переработки природных солей. – 2001. – № 8. – С. 33–50.
3. Влияние природы углеводородного компонента на дисперсионные свойства парафинсодержащих эмульсий / О. В. Карпенко [и др.] // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов: материалы Междунар. науч.-техн. конф.: в 2 ч., Минск, 22–23 нояб. 2012 г. // Бел. гос. технол. ун-т. – Минск, 2012. – Ч. 1. – С. 264–266.

Поступила 27.02.2013