

УДК622.7.017.2

**М. Р. Турко**, кандидат технических наук, заведующий лабораторией (ОАО «Белгорхимпром»);  
**О. Б. Дормешкин**, доктор технических наук, проректор по научной работе (БГТУ);  
**Е. М. Миськов**, аспирант (БГТУ);  
**Л. А. Соловьева**, инженер 2 категории (ОАО «Белгорхимпром»)

## ФЛОТАЦИЯ СИЛЬВИНА ИЗ КАЛИЙНЫХ РУД ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Проведены результаты цикла исследований по подбору фракционного состава амина и ассортимента компонентов реагентов-собирателей, оптимальных для флотации сильвина при температуре маточного раствора 40°C; определены марки, соотношения и расход реагентов; проведены сравнительные испытания схем совместной и раздельной флотации сильвина из руд 1, 2 и 3 РУ ОАО «Беларуськалий» в условиях повышенных температур маточных растворов.

In laboratory terms conducted research on the selection of factious composition amine and assortment components of collective mixture, optimal for flotation of sylvine at the temperature of fallopian solution 40°C; brands and charges of reagents are certain; are conducted the comparative tests of charts of joint and separate flotation of sylvine from ores 1-3 mine managements of JSC “Belaruskali” in the conditions of enhanceable temperatures.

**Введение.** Производство калийных удобрений из сильвинитовых руд различных месторождений постсоветского пространства и дальнего зарубежья осуществляется, в основном, флотационным методом из насыщенных растворов. Суммарная массовая доля растворимых солей в насыщенном растворе с изменением температуры меняется, при этом изменяются и свойства используемых реагентов во флотационной суспензии, что влияет на физико-химическое взаимодействие реагентов в объеме и на поверхности раздела фаз, а также на технологические показатели процесса.

Влияние повышения температуры насыщенного солевого раствора в интервале 30–35°C на процесс флотации калийных руд изучено достаточно подробно [1–9].

Вместе с тем в последние 5–6 лет в различных странах, имеющих значительные залежи калийсодержащего сырья, активно инвестируются средства в строительство новых предприятий. В частности, это касается стран юго-восточного региона (Республики Узбекистан, Туркменистан, Казахстан). В Волгоградской области (Россия) ведется интенсивное строительство Гремячинского горно-обогатительного комбината (ГОК). В указанных регионах в период май – сентябрь температура воздуха может значительно превышать 35°C. В последние годы синоптики фиксировали в летние месяцы рекордные показатели температуры воздуха, достигающие 36–39°C и в Республике Беларусь, что приводило к заметному ухудшению показателей флотации и увеличению потерь калия с отходами обогащения. Поэтому задача обеспечения эффективной работы обогатительных фабрик и достижение высоких технологических показателей процесса флотации при повышенных температурах (выше 35°C) остается

актуальной и требует поиска новых видов реагентов и разработки соответствующих реагентных режимов.

**Основная часть.** Целью исследований, результаты которых представлены в настоящей статье, являлось установление оптимальных технологических параметров флотации сильвина из руд Старобинского месторождения при повышенных температурах насыщенного солевого маточного раствора.

При проведении исследований [10] использовали насыщенный солевой маточный раствор СОФ 1 РУ ОАО «Беларуськалий», состав которого корректировался путем введения KCl и NaCl при поддержании заданной температуры раствора. Плотность насыщенного раствора составляла 1241 кг/м<sup>3</sup>, содержание растворимых солей KCl – 12,9 мас. %, NaCl – 19,0 мас. %. Температура в климатической камере составляла 40°C. Во всех экспериментах по изучению эффективности новых реагентов использовали руду 1 РУ крупностью –1,25 мм с содержанием KCl – 26,7 мас. % и нерастворимый остаток (н. о.) – 6,4 мас. %. Подготовку руды к флотации проводили путем ее предварительного обесшламливания.

С увеличением температуры маточного раствора от 20 до 40°C суммарное содержание солей в насыщенном солевом растворе повышается от 31,1 до 32,9 мас. %, причем, в основном, за счет увеличения содержания хлористого калия.

При флотационной переработке сильвинита на ОАО «Беларуськалий» в качестве собирателей используют алкиламины с аполярными добавками, а в качестве депрессора – крахмалосодержащие продукты. Наиболее важными косвенными характеристиками флотационной активности амина является мутность его водного

раствора и величина адсорбции амина на солевых кристаллах хлористого калия.

**Установление оптимального содержания фракций  $C_{20+22}$  в углеводородном радикале амина.** По литературным данным [11] при повышении температуры маточника до 30–32°C положительным фактором для процесса флотации является использование амина с содержанием фракций  $C_{20+22}$  углеводородного радикала до 25 мас. %. Дальнейшее повышение температуры маточника до 40°C требует уточнения оптимального содержания фракций  $C_{20+22}$  в углеводородном радикале амина, используемого в качестве собирателя КС1 [5].

В экспериментах использовали амины, применяемые на ОАО «Беларуськалий», в частности марок Лютамин ТН 95, Лютамин ТН 95 summer (летний), а также новые марки аминов – Армин М и Армин 1622 производства компании Akzo Nobel Surface Chemistry АВ (Нидерланды). Содержание фракций  $C_{20+22}$  в углеводородном радикале амина варьировали от 2 до 47 мас. % путем изменения соотношения аминов Лютамин ТН 95, Лютамин ТН 95 summer, Армин М и Армин 1622 с учетом содержания в них указанных фракций  $C_{20+22}$ .

Соотношение отдельных реагентов в модельной смеси собирателя амин : парафин нефтяной жидкий (ПЖ) : полиэтиленгликоль (ПЭГ) : сосновое масло (СМ) составляло (мас. %) 58 : 7 : 14 : 21. Расход депрессора (крахмал картофельный) – 140 г/т питания.

Сильвиновую флотацию руды крупностью –1,25 мм после глубокого обесшламливании проводили при расходе собирателя 35 г/т питания. В результате исследований процесса флотации с использованием зимней марки амина Лютамин ТН 95, содержащего 2 мас. % фракций  $C_{20+22}$ , степень извлечения КС1 в черновой концентрате составило всего 86,94%, тогда как при переходе на летнюю марку амина Лютамин ТН 95 summer, содержащего 24,67 мас. % фракций  $C_{20+22}$ , степень извлечения КС1 повысилась до 90,74%. Дальнейшее увеличение доли фракции  $C_{20+22}$  в амине, полученном при совместном использовании аминов марки Лютамин ТН 95 summer и Армин М, с 30 до 47 мас. % обеспечило увеличение выхода концентрата с 29,20 до 33,49%, а степени извлечения КС1 – с 92,45 до 94,47%.

При проведении исследований с использованием смеси аминов марки Лютамин ТН 95 и Армин 1622 с общим содержанием фракций  $C_{20+22}$  (мас. %) 25, 30, 35, 40 и расходом собирателя 35 г/т питания выход концентрата увеличился с 30,78 до 31,91%, а степень извлечения КС1 в концентрате – с 91,05 до 93,09%. Полученные результаты несколько ниже, чем при

использовании смеси аминов Лютамин ТН 95 summer и Армин М при аналогичных значениях содержания фракций  $C_{20+22}$  углеводородного радикала, но с более высоким содержанием фракции  $C_{18}$  (рис. 1).

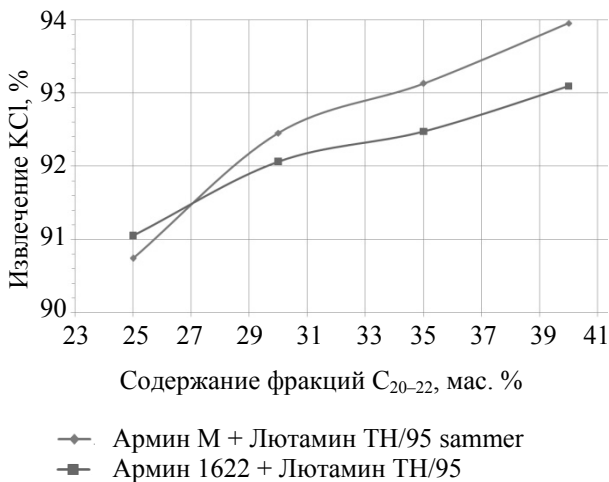


Рис. 1. Влияние содержания фракций  $C_{20+22}$  в углеводородном радикале амина на степень извлечения КС1

Таким образом, выполненные исследования подтвердили существенное влияние содержания фракций  $C_{20+22}$  в амине на показатели сильвиновой флотации при повышенных температурах маточного раствора. Установлено, что оптимальное содержание указанных фракций в составе амина, обеспечивающее максимальный выход чернового концентрата и степень извлечения КС1 составляет 35–40%.

Оптимальное соотношение аминов Лютамин ТН 95 summer : Армин М составляет (мас. %) 25 : 75, что соответствует следующему фракционному составу собирателя (мас. %):  $C_{14}$  – 0,79;  $C_{16}$  – 11,01;  $C_{18}$  – 46,80;  $C_{20+22}$  – 41,40. При использовании аминов марки Лютамин ТН 95 и Армин 1622, оптимальное соотношение аминов составляет (мас. %) 53 : 47, а общий фракционный состав в этом случае будет иметь значения (мас. %):  $C_{14}$  – 4,77;  $C_{16}$  – 16,78;  $C_{18}$  – 37,91;  $C_{20+22}$  – 40,54.

**Влияние расхода собирателя на показатели сильвиновой флотации.** Исследования влияния расхода собирателя на показатели сильвиновой флотации при повышенной температуре маточного раствора (до 40°C) в условиях варьирования качества обесшламливании руды (содержания нерастворимого остатка в питании флотации) проводили с использованием аминов марок Лютамин ТН 95 summer и Армин М в соотношении 1 : 1, при котором массовая доля фракций  $C_{20+22}$  углеводородного радикала амина составила 35% [10]. Соотношение компонентов амин : ПЖ : ПЭГ : СМ, входящих

в состав собирателя, поддерживалось постоянным и равным (мас. %) 58 : 7 : 14 : 21. Расход депрессора (крахмал картофельный) был постоянным и составлял 140 г/т питания. Содержание н. о. в питании флотации составляло 2,18 мас. %.

Как видно из рис. 2, при изменении расхода собирательной смеси по амину с 30 до 50 г/т питания степень извлечения калия хлористого в черновой концентрат увеличивается от 84,24 до 91,64%. Однако даже при максимальном расходе собирателя, равном 50 г/т питания, выход концентрата составляет всего 30,84%.

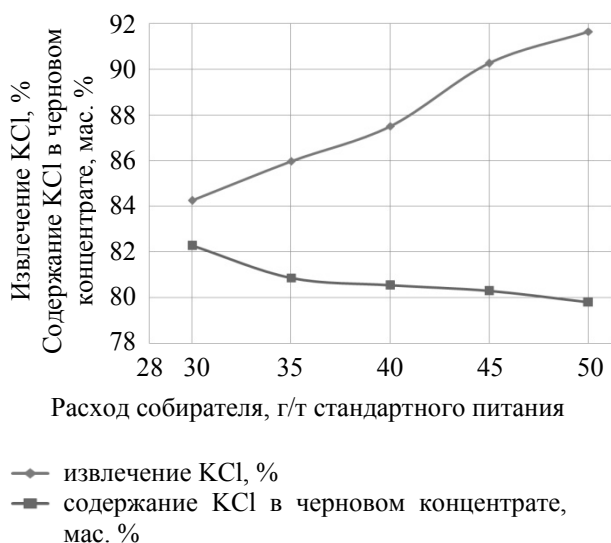


Рис. 2. Влияние расхода собирателя на извлечение и качество чернового концентрата

При этом среднее содержание КСl в хвостах флотации превышало 3 мас. %, что больше регламентированного значения, составляющего 1,35 мас. %.

В следующей серии экспериментов содержание н. о. в питании флотации составляло 1,75 мас. %. В качестве депрессора использовали Депрамин 96. Расчетное содержание фракций  $C_{20+22}$  углеводородного радикала амина, равное 40 мас. %, обеспечивали путем смешения аминов марки Лютамин ТН 95 summer и Армин М в соотношении 25 : 75 мас. %. Соотношение отдельных компонентов в составе собирателя амин : ПЖ : ПЭГ : СМ составляло (мас. %) : 54 : 8 : 15 : 23.

При изменении расхода данного собирателя по амину от 35 до 55 г/т питания, получены более высокие показатели. Так, при расходе амина 35 г/т питания средняя степень извлечения КСl в черновой концентрат составила 92,67%, а при расходе 55 г/т питания – 95,0%. Среднее содержание КСl в черновом концентрате при этом возросло от 78,22 до 75,70 мас. %. Однако наблюдалось небольшое увеличение содержания

н. о. в черновом концентрате (рис. 3), что свидетельствует об ухудшении селективности процесса флотации при высоких расходах собирателя, обусловленного возрастанием степени адсорбции амина на NaCl и н. о. при повышенных температурах [5, 10].

Анализ результатов показывает, что степень извлечения КСl в черновой концентрат при расходе собирателя 35 г/т питания выше чем при расходе 50 г/т питания, но при более высоком содержании н. о. в питании флотации. Таким образом, при определении оптимальных условий процесса флотации при повышенных температурах наряду с составом и расходом собирателя необходимо учитывать качество проведения предварительного обесшламливания, в частности содержания н. о. в питании флотации.

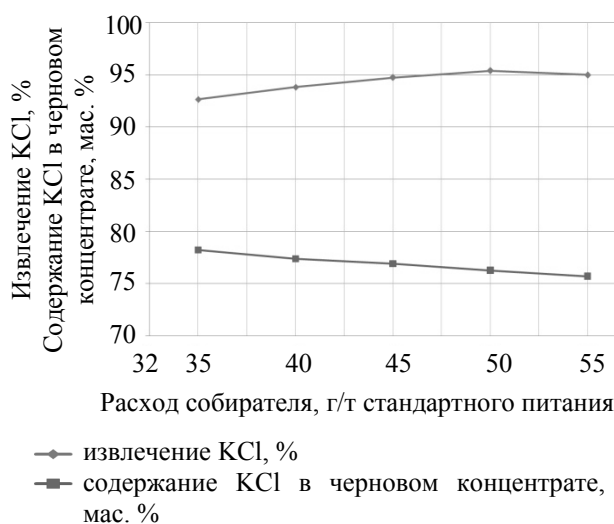


Рис. 3. Влияние расхода собирателя на извлечение и качество чернового концентрата

**Выбор модификаторов амина для сильвинной флотации.** С целью определения эффективных реагентов парафинового основания в качестве модификаторов амина для флотации сильвинитовой руды при температурах маточного раствора выше 30°C, кроме реагентов, применяемых в настоящее время промышленными фабриками ОАО «Беларуськалий», таких как парафин нефтяной жидкий (ПЖ), полиэтиленгликоль (ПЭГ) и ранее используемый ГАЧ, были исследованы другие парафинсодержащие реагенты: газойль вакуумный, отёк масляный (производство ОАО «Завод горного воска», Республика Беларусь), реагенты 1С, 2С, 5С (разработка БГТУ) [8].

Исследования проводили с использованием аминов марок Лютамин ТН 95 summer и Армин М в процентном соотношении 50 : 50 [10]. Расход собирателя поддерживался постоянным –

40 г/т питания, расход соснового масла – 12 г/т питания. В качестве депрессора использовали Депрамин 96 (расход 80 г/т питания). Эффективность действия новых реагентов модификаторов оценивали относительно «базового» режима (ПЖ : ПЭГ с одинаковыми расходами).

Результаты исследования показали, что наиболее эффективным модификатором амина является ГАЧ, для которого получены показатели флотации, близкие к «базовому» (табл. 1). Реагенты 1С и 2С плохо эмульгируются в растворе амина, а показатели флотации ниже «базового». Степень извлечение КС1 в черновой концентрат составила соответственно 91,78 и 91,63% против 92,96% для «базового» режима. Кроме того, промышленное производство этих реагентов пока не налажено.

Практический интерес представляют реагенты газойль вакуумный, отёк масляный и реагент 5С, производство которых налажено в промышленных объемах (табл. 2).

Введение газойля вакуумного к водному раствору амина сопровождается плохим эмульгированием и появлением пленки на поверхности амина, в то же время перемешивание его в расплаве амина позволяет получить устойчивую эмульсию амина и модификатора. Результаты флотационных испытаний с использованием газойля вакуумного, эмульгированного в расплаве амина, превышают показатели «базового» режима. Среднее извлечение КС1 в черновой концентрат составило 94,21% против 93,78% для «базового» режима.

Аналогичные показатели флотации получены и при применении реагента отёк масляный.

Основные показатели флотационных испытаний реагента 5С несколько ниже по сравнению с газойлем и отеком масляным, кроме того, его расход возрос до 25 г/т питания.

Таким образом, результаты исследований позволяют рекомендовать новые аполярные реагенты – отёк масляный и газойль вакуумный – к использованию в качестве модификатора амина при флотации КС1 из сильвинитовой руды при повышенных до 40°C температурах маточного раствора.

**Влияние соотношения компонентов собирателя на показатели сильвиновой флотации.** При исследовании влияния соотношения реагентов, входящих в состав собирателя, на показатели сильвиновой флотации при повышенной до 40°C температуре маточного раствора использовали следующие реагенты: амин марки Лютамин ТН 95 и Армин 1622 в процентном соотношении 59 : 41, а также ис-

пользуемые промышленными флотационными фабриками добавки: парафин нефтяной жидкий, полиэтиленгликоль, сосновое масло. Расход собирателя по амину поддерживался постоянным – 35 г/т питания. Дозировку реагентов амин : ПЖ : ПЭГ : СМ варьировали в следующем соотношении (мас. %): 58 : 7 : 14 : 21; 54 : 8 : 15 : 23; 50 : 8,5 : 16,5 : 25.

В результате испытаний установлено, что снижение доли амина в смеси с 58 до 50 мас. % улучшает показатели флотационного обогащения сильвинитовой руды: увеличивается выход черного концентрата от 31,78 до 32,52%, а степень извлечения КС1 – с 92,23 до 93,63% [10].

Таким образом, увеличение удельной доли добавок к амину в составе собирателя повышает эффективность действия собирателя и показатели флотации КС1.

**Особенности процесса флотации сильвина из руд 1, 2 и 3 РУ ОАО «Беларуськалий» по схеме совместной и раздельной флотации с использованием маточного раствора повышенной температуры.** Совместную флотацию сильвина проводили при раздельном кондиционировании с реагентами классов руды крупностью от –1,25 до +0,2 мм и от –0,2 до +0,045 мм после ее предварительной оттирки и обесшламливания, путем отмывки класса –0,045 мм и отсева по классу 0,2 мм.

Схему совместной флотации и флотацию фракции руды крупностью +0,2 мм осуществляли во флотомашине ФЛ-237, флотацию тонкой фракции руды крупностью –0,2 мм проводили во флотомашине ФЛ-240.

Сравнительные исследования по схемам совместной и раздельной флотации руды 1–3 РУ ОАО «Беларуськалий» в условиях повышенных температур маточного раствора осуществляли с использованием руды следующей крупности: для руд 1 РУ –1,25 мм с содержанием КС1 – 26,68 мас. % и н. о. – 6,40 мас. %; для руд 2 РУ – 1,25 мм с содержанием КС1 – 24,6 мас. %, н. о. – 4,7 мас. %; для руд 3 РУ – 1,0 мм с содержанием КС1 – 26,0 мас. %, н. о. – 10,1 мас. %.

При совместной флотации использовали амины марки Лютамин ТН 95 summer и Армин М в соотношении (мас. %) 25 : 75, что обеспечивало содержание фракций  $C_{20+22}$  – 40 мас. %, а также в соотношении (мас. %) 50 : 50, что обеспечивало содержание фракций  $C_{20+22}$  – 35 мас. %. В качестве собирателя использовали смесь амин : ПЖ : ПЭГ : СМ в соотношении (мас. %) 55 : 8 : 15 : 22. Расход собирателя по амину составлял 45 г/т питания. В качестве депрессора использовали Депрамин.

Таблица 1

**Влияние реагентов модификаторов амина на технологические показатели сильвиновой флотации руды крупностью –1,25 мм при температуре маточного раствора 40°C**

Расход реагентов модификаторов, г/т питания				Наименование продукта	Выход, %	Содержание, мас. %		Степень извлечения, %	
ПЖ : ПЭГ (базовый)	ГАЧ	2С	1С			КСI	н. о.	КСI	н. о.
5 : 10	–	–	–	Черновой концентрат	32,21	79,44	1,44	92,87	30,62
				Хвосты	67,79	2,90	1,56	7,13	69,38
				Исходное питание	100,0	27,55	1,52	100,0	100,0
–	15	–	–	Черновой концентрат	31,98	79,69	1,42	92,84	30,94
				Хвосты	68,02	2,89	1,49	7,16	69,06
				Исходное питание	100,0	27,45	1,47	100,0	100,0
–	–	15	–	Черновой концентрат	32,04	78,51	1,32	91,61	29,74
				Хвосты	67,96	3,39	1,47	8,39	70,26
				Исходное питание	100,0	27,46	1,42	100,0	100,0
–	–	–	15	Черновой концентрат	31,74	79,61	1,19	91,75	26,43
				Хвосты	68,26	3,33	1,54	8,25	73,57
				Исходное питание	100,0	27,54	1,43	100,0	100,0

Таблица 2

**Влияние действия реагентов модификаторов амина на технологические показатели сильвиновой флотации руды 1 РУ ОАО «Беларуськалий» крупностью –1,25 мм при температуре 40°C**

Расход реагентов модификаторов, г/т питания				Наименование продукта	Выход, %	Содержание, мас. %		Степень извлечения, %	
ПЖ : ПЭГ (базовый)	Отек масляный	5С	Газойль вакуумный			КСI	н. о.	КСI	н. о.
5:10	–	–	–	Черновой концентрат	34,40	75,39	1,29	93,78	33,38
				Хвосты	65,60	2,62	1,35	6,22	66,62
				Исходное питание	100,0	27,65	1,33	100,0	100,0
–	15	–	–	Черновой концентрат	34,85	74,96	1,35	94,31	37,77
				Хвосты	65,15	2,42	1,19	5,69	62,23
				Исходное питание	100,0	27,70	1,25	100,0	100,0
–	–	25	–	Черновой концентрат	33,88	76,28	1,41	93,76	38,18
				Хвосты	66,12	2,60	1,17	6,24	61,82
				Исходное питание	100,0	27,56	1,25	100,0	100,0
–	–	–	15	Черновой концентрат	34,55	75,47	1,31	94,21	35,25
				Хвосты	65,45	2,45	1,27	5,79	64,75
				Исходное питание	100,0	27,68	1,28	100,0	100,0

По схеме совместной флотации руды 1 РУ получен черновой концентрат выходом 31,58% и с содержанием КСI 75,98 мас. %. По схеме совместной флотации руды 2 РУ при использовании собирателя с амином, со-

державшим 40 мас. % фракций С<sub>20+22</sub>, получен концентрат с содержанием КСI 70,72 мас. % и выходом концентрата 30,93%, при степени извлечения КСI в черновой концентрат 88,96%.

Уменьшение доли фракций  $C_{20+22}$  в амине с 40 до 35 мас. % не повлияло на степень извлечения КСI в черновой концентрат, что позволяет сделать вывод о возможности использования в процессе флотации амина с пониженным содержанием фракций углеводородного радикала  $C_{20+22}$ . По схеме совместной флотации руды 3 РУ крупностью  $-1,0$  мм с использованием амина, содержащего 40 мас. % фракций  $C_{20+22}$  получен черновой концентрат с содержанием КСI – 77,85 мас. %, выходом концентрата 28,38% и степенью извлечения КСI 85,78% [10]. Снижение содержания фракций  $C_{20+22}$  углеводородного радикала амина до 35 мас. % привело к понижению выхода чернового концентрата на 0,32%. При этом степень извлечения КСI снизилась всего на 0,13%, что подтверждает возможность использования аминов с пониженным содержанием фракций  $C_{20+22}$  и для руды 3 РУ.

При изучении процесса раздельной флотации руды 1 и 2 РУ крупностью от  $-1,25$  до  $+0,2$  мм, а также 3 РУ крупностью от  $-1,0$  до  $+0,2$  мм использовался реагентный состав собирателя аналогичный описанному выше для условий совместной флотации.

При флотации сильвина из более тонкой фракции руды от  $-0,2$  до  $+0,045$  мм применяли амин марки Алкиламин С12 со вспенивателем (сосновое масло) в соотношении (мас. %) 88 : 12. Расход собирателя составлял 10 г/т питания. Соотношение Ж : Т в суспензии при тонкой флотации было равным 4,0.

При раздельной флотации руды 1 РУ получен черновой концентрат крупностью от  $-1,25$  до  $+0,2$  мм с содержанием КСI – 81,77 мас. %, а крупностью от  $-0,2$  до  $+0,045$  мм – с содержанием КСI – 66,06 мас. %. Среднее содержание КСI в концентрате составило 78,17 мас. %.

При раздельной флотации руды 2 РУ из фракции руды крупностью от  $-1,25$  до  $+0,2$  мм получен черновой концентрат с содержанием КСI – 75,44 мас. % и выходом 68%, а из фракции руды крупностью от  $-0,2$  до  $+0,045$  мм – черновой концентрат с содержанием КСI – 67,62 мас. % и выходом 6,56%. Среднее содержание КСI в черновом концентрате составило 73,65 мас. %, а выход – 29,24%.

При раздельной флотации руды 3 РУ из фракции крупностью от  $-1,0$  до  $+0,2$  мм получен черновой концентрат с содержанием КСI – 79,80 мас. % при использовании аминов, содержащих 40 мас. % фракций  $C_{20+22}$  и 80,94 мас. % при использовании аминов, содержащих 35 мас. % фракций  $C_{20+22}$ . При флотации фракции руды крупностью от  $-0,2$  до  $+0,045$  мм получен черновой концентрат с содержанием КСI 65,67 мас. %. Среднее содержание КСI в черновом концен-

трате составило 77,75 мас. %, а степень извлечения КСI – 85,33%.

Таким образом, анализ полученных результатов совместной и раздельной флотации сильвина из руды 1–3 РУ позволил сделать следующие выводы:

– раздельная флотация сильвина из руды 1 и 2 РУ крупностью от  $-1,25$  до  $+0,2$  мм и от  $-0,2$  до  $+0,045$  мм обеспечила снижение общего расхода собирателя по сравнению с совместной флотацией на 6,5 и 6,3 г/т, а расход депрессора Депрамин 96 – на 48 и 47,3 г/т руды соответственно; для руд 3 РУ крупностью от  $-1,0$  до  $+0,2$  мм и от  $-0,2$  до  $+0,045$  мм снижение общего расхода собирателя составило 5,9 г/т, расхода депрессора – 43,5 г/т руды;

– проведение раздельной флотации обеспечивает упрощение регулирования основных показателей процесса за счет возможности раздельного управления двумя потоками руды при этом содержание КСI в общем концентрате возрастает на 2,96 мас. %.

**Заключение.** На основании выполненного комплекса исследований процесса флотации сильвина из руд 1-3 РУ ОАО «Беларуськалий» по схемам совместной и раздельной флотации крупной и мелкой фракций в условиях повышенных температур маточного раствора установлено следующее.

1. Для повышения эффективности действия собирателя оптимальное содержание фракций  $C_{20+22}$  углеводородного радикала амина составляет 35–40 мас. %.

2. К промышленным испытаниям рекомендованы амины марок Лютамин ТН 95 summer и Армин М, совместное использование которых обеспечивает получение необходимого фракционного состава собирателя – амина.

3. Оптимальный расход собирателя составляет 45 г/т питания, при этом дальнейшее увеличение расхода собирателя ведет к ухудшению селективности процесса флотации.

4. В качестве модификатора амина (собирателя) при флотации сильвинитовой руды в условиях повышенной температуры маточного раствора рекомендуются следующие реагенты: Газойль вакуумный, Отек масляный, реагент 5С.

5. Сравнительные испытания реагенто-депрессоров показали, что при повышенных температурах эффективность действия депрессора Депрамин 96 значительно превышает эффективность стандартного депрессора – крахмала картофельного.

6. Результаты сравнительных испытаний совместной и раздельной флотации сильвина из руды 1–3 РУ ОАО «Беларуськалий» показали значительное снижение расхода реагентов при раздельной флотации классов руды крупности

+0,2 и -0,2 мм, что позволяет наряду с экономией реагентов, значительно снизить содержание остаточных аминов в питании прессования, повысить его эффективность. Причем для флотации мелкой фракции руды рекомендуется использовать амин марки Алкиламин С12 или Lilafлот FAB 53.

7. В целом, применение раздельной флотации при повышенных температурах маточного раствора имеет преимущества как по снижению расхода реагентов, так и по основным технологическим показателям по сравнению с совместной флотации.

### Литература

1. Титков, С. Н. Обогащение калийных руд. М.: Недра, 1982. 216 с.
2. Титков, С. Н. Разработка новых реагентных режимов флотации сильвинитовых руд / Т. М. Гуркова, Л. М. Пимкина; под ред. С. Н. Титкова. М.: Недра, 1982. 180 с.
3. Дуденков, С. В. Основы теории и практика применения флотационных реагентов. М.: Недра, 1969. 390 с.
4. Глембоцкий, В. А. Взаимодействие минералов с реагентами при флотации. М.: Недра, 1967. 302 с.
5. Александрович Х. М. Основы применения реагентов при флотации калийных руд. М.: Наука и техника, 1973. 412 с.
6. Алиферова С. Н. Активация процессов флотации шламов и сильвина при обогащении калийных руд: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 25.00.13. Екатеринбург, 2007. 198 л.
7. Абрамов, А. А. Обогащение руд // Труды науч.-техн. конф. ин-та Механобр. Ленинград, 1969. С. 304.
8. Подлесная, З. С. Исследование закономерностей флотационного обогащения сильвина из глинисто-солевых суспензий с использованием аполярных собирателей: дис. ... канд. техн. наук: 05.15.08 Ленинград, 1979. 167 л.
9. Провести исследования, осуществить поиск и подбор реагентов, отработать реагентные режимы флотации сильвина при температуре суспензии выше 30°C на СОФ 1 – 3 РУ ОАО «Беларуськалий». Разработка оптимальных составов реагентов для флотации и рекомендаций для проведения опытных и опытно-промышленных испытаний: отчет о НИР (промежуточ.) / БГТУ; рук. темы Е. И. Грушова. Минск, 2012. 46 с. № ГР 20113942.
10. Проведение лабораторных исследований по выбору реагентов и отработка реагент-собирателей и реагентных режимов при флотации сильвина из руды СОФ 1 – 3 РУ при температуре суспензии 40°C. Разработка рекомендаций для опытно-промышленных испытаний: отчет о НИР (промежуточ.) / ОАО «Белгорхимпром»; рук. темы М. Р. Турко. Минск, 2012. 80 с. № ГР 20111695.
11. Подбор фракционного состава аминов, состава реагента-собирателя в соответствии с разработанной методологией: отчет о НИР (промежуточ.) / ОАО «Белгорхимпром»; рук. темы М. Р. Турко. Минск, 2011. 40 с.

*Поступила 11.03.2014*