

УДК 622.765

Технологические исследования в развитии сырьевой базы золота Красноярского края

В. Г. САМОЙЛОВ¹, Н. К. АЛГЕБРАИСТОВА², В. И. БРАГИН², С. А. АНЦИФЕРОВА¹¹Институт химии и химической технологии Сибирского отделения РАН,
ул. К. Маркса, 42, Красноярск 660049 (Россия)E-mail: vgs@icct.ru²Институт цветных металлов и материаловедения СФУ,
проспект им. Газеты “Красноярский рабочий”, 95, Красноярск 660025 (Россия)

Аннотация

Представлены результаты исследований реагентных режимов и технологических приемов извлечения золота в концентраты из руд коренных месторождений и техногенного золотосодержащего сырья Красноярского края, выполненные в Институте химии и химической технологии СО РАН и в Институте цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета в последние 10 лет. Установлены зависимости обогатимости руд от минерального и гранулометрического составов. Показаны пути повышения качества золотосодержащих концентратов, рекомендованы новые флотореагенты, новые приемы концентрирования тонкого золота, в том числе и для дообогащения лежалых отвалов и хвостов. Впервые предложены технологические приемы для обработки различных гипергенных месторождений, базирующиеся на стадийном комбинировании различных горных и обогатительных технологий.

Ключевые слова: обогащение, извлечение, коренные и техногенные месторождение, золото

ВВЕДЕНИЕ

Красноярский край был и остается лидером среди регионов России по производству золота. В 2008 г. объем производства этого металла на золотодобывающих предприятиях края составил 35 т, в 2009 году – 40 т. По прогнозным оценкам Администрации края, в 2010 г. он может достичь 46 т. Основной вклад в прирост добычи золота вносят развивающиеся предприятия: ЗДК “Полкис”, ООО “Соврудник”, ЗАО “Васильевский рудник”.

История золотодобычи в регионе насчитывает более полутора веков. Возникнув в середине XIX века и начав с освоения богатейших россыпей Енисейского края и Саян, добывающая промышленность в настоящее время концентрируется на освоении крупных коренных месторождений золота. Однако ввиду разнообразия имеющейся сырьевой базы, большого числа мелких и средних золотодобывающих предприятий, эксплуатирующих оставшиеся россыпи, и значительного количества техногенных месторождений золота,

размещенных в старых горнорудных районах, помимо стандартных технологических направлений необходимо поддерживать весь спектр работ. Кроме того, требуют внимания новые перспективные типы сырья, в частности месторождения золота коры выветривания.

В данной статье приведены краткие сведения о технологических исследованиях в области золотодобычи, которые выполнены и выполняются в Институте химии и химической технологии (ИХХТ) СО РАН и Институте цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета (ИЦММ СФУ).

КОРЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Коренные месторождения составляют основу минерально-сырьевой базы золота Красноярского края. По оценкам, прогнозные ресурсы золота в крае уже превышают 1200 т. Для их перевода в категории запасов и последующего эффективного освоения необходима технологическая оценка руд, которая

проводится исследовательскими службами золотопромышленных компаний либо сторонними организациями по их заказам. Достаточный объем технологических исследований на новых месторождениях золота обеспечивает как поддержание достигнутого уровня добычи, так и его рост.

Лидер в осуществлении таких работ – ЗДК “Полюс” – разрабатывает руды Олимпиадинского и Титимухтинского месторождений. Начинается освоение крупнейшего месторождения Благодатное. Активно наращивает объемы производства золота ЗАО “Васильевский рудник”, перерабатывающее руды месторождений Васильевское, Архангельское; в ближайшее время начнется переработка руды Николаевского месторождения; ООО “Соврудник” разрабатывает месторождения Эльдорадо, Карьер Северо-Западный, Татьянаинское, Успенские жилы.

ИХХТ СО РАН в сотрудничестве с ИЦММ СФУ выполняет технологические исследования коренных руд золота, и на протяжении последних десяти лет ими выполнен ряд фундаментальных и прикладных исследований в этой области. В рамках интеграционных проектов СО РАН (№ 119 и 29) выполнены исследования на обогатимость упорных руд месторождения Сухой Лог. Установлены зависимости обогатимости руд от минерального и гранулометрического составов, отработан реагентный режим и схема комплексного обогащения руд, получены концентраты с содержанием золота 123 г/т при извлечении 90.7 %, разрабатывается гидрометаллургическая схема переработки концентратов. По заданию Администрации края выполнены исследования обогатимости упорных золотосодержащих руд Боголюбовского месторождения, а по заказу ЗДК “Полюс” аналогичные исследования проведены для руд месторождений Благодатное и Оленье [1, 2]. Предложенные схемы и реагентные режимы приняты к опытно-промышленным испытаниям. В 2007–2009 гг. по Договору с ЗАО “Васильевский рудник” выполнен цикл лабораторных исследований золотосодержащих руд месторождений Архангельское, Николаевское, Васильевское [3, 4].

Руды Архангельского месторождения относятся к окисленному золотокварцевому типу. Преобладающие минералы – кварц, муско-

вит, турмалин. Содержание сульфидных минералов – халькопирита, ковеллина, пирита, марказита, арсенопирита – составляет 0.022 %. Основным полезным компонентом в руде является золото, содержание которого достигает 1.6 г/т. Золото самородное, представлено золотиными удлинённых сложных форм с размером от 0.5 мм до 3 мкм, ассоциирующимися с кварцем и слюдами.

Руды Николаевского месторождения малосульфидные, сложены кварцем, кальцитом, хлоритом. Среди рудных минералов преобладает магнетит (10 %), общее содержание сульфидов составляет менее 2 %, золота – 3.6 г/т. Результаты минералогического исследования гравитационных концентратов руды Николаевского месторождения свидетельствуют об отсутствии сложных сростаний сульфидов между собой и с золотом. Золото самородное, в основном свободное, имеет сложную удлинённую форму со средним размером золотин около 0.3 мм (от 0.85 до 0.0013 мм). Изредка встречаются отдельные сростки золота с арсенопиритом, слюдой, кварцем.

По данным рационального анализа, проведенного стадийно при последовательном понижении крупности материала от –2.0 до –0.074 мм (97 %) в пробе руды Архангельского месторождения, в виде золота с чистой поверхностью находится 44 % благородного металла (табл. 1). На долю золота в сростках (потеря металла с технологическими хвостами) приходится 48.3 %. Массовая доля упорного (не извлекаемого прямым цианированием) золота незначительна и составляет 3.5 % (золото, ассоциированное с минералами, растворимыми в NaOH, HCl и HNO₃). Кек цианирования по содержанию золота (0.06 г/т) является отвальным. Руда относится к технологическому типу руд “А” (простые, легкоцианируемые), извлечение золота из которых возможно гравитационными методами с последующим цианированием хвостов. В пробе руды Николаевского месторождения доля свободного золота составляет 88 % и, как показала стадийная амальгамация, 68 % золота заключено в материале крупностью –1.0 мм. Основная масса золота в исследуемой пробе находится в доступной прямому цианированию форме (96 %), на долю золота в сростках приходится лишь 8 %. Кек цианиро-

ТАБЛИЦА 1

Результаты рационального анализа на золото проб руд Архангельского и Николаевского месторождений

Формы нахождения золота и характер его связи с рудными и породообразующими компонентами	Распределение золота			
	Архангельское		Николаевское	
	г/т	%	г/т	%
Свободное (извлекаемое амальгамацией), в том числе при понижении крупности, мм:	0.63	44.0	3.52	88.0
-2.0	0.30	20.9	1.53	38.25
-1.0	0.10	7.0	1.19	29.75
-0.5	0.09	6.3	0.36	9.0
-0.2	0.05	3.5	0.32	8.0
-0.074 (97 %)	0.09	6.3	0.12	3.0
В сростках (цианируемое)	0.69	48.3	0.32	8.0
Всего в цианируемой форме	1.32	92.3	3.84	96.0
Извлекаемое цианированием после обработки:	0.05	3.5		
щелочью (связанное с аморфным кремнеземом, покрытое пленками)			0.01	0.25
соляной кислотой (связанное с оксидами, гидроксидами железа, карбонатами, хлоритами)			0.08	2.0
азотной кислотой (заключенное в сульфиды)			0.05	1.25
Тонко вкрапленное в породообразующие компоненты	0.06	4.2	0.02	0.5
Всего в исходной пробе (по балансу)	1.43	100.0	4.0	100.0

вания является отвальным (0.02 г/т). Руду Николаевского месторождения также можно отнести к технологическому типу руд "А".

В результате проведенных исследований разработаны схемы гравитационно-сорбционного обогащения для проб руд Архангельского и Николаевского месторождений. При обогащении проб руд этих месторождений в гравитационном цикле потери золота с хвостами составляют 52.08 и 21.75 % соответственно (табл. 2). Сорбционное выщелачивание позво-

ляет доизвлечь из хвостов гравитации руд Архангельского (0.82 г/т Au) и Николаевского (0.73 г/т) месторождений около 47 и 11.5 % благородного металла соответственно. Содержание золота в хвостах сорбции при этом составляет 0.063 и 0.34 г/т соответственно, что позволяет отнести их к отвальным.

Одновременно в течение ряда лет на кафедре Обогащения полезных ископаемых ИЦММ СФУ выполняются технологические исследования золотосодержащих коренных

ТАБЛИЦА 2

Технологические показатели гравитационного обогащения проб руд Архангельского и Николаевского месторождений

Продукт	Архангельское месторождение			Николаевское месторождение		
	Выход, %	Содержание Au, г/т	Извлечение, %	Выход, %	Содержание Au, г/т	Извлечение, %
Гравитационный концентрат	0.28	268.69	47.92	2.56	99.98	78.25
Хвосты гравитации	99.72	0.82	52.08	97.44	0.73	21.75
Руда	100.0	1.57	100.0	100.0	3.27	100.0

руд, в частности, месторождений Эльдорадо, Балахчино (Красноярский край) [5].

Руда Эльдорадинского месторождения относится к типу золотовкрапленных малосульфидных формаций. Главные рудные минералы – золото, арсенопирит, пирротин. Главные нерудные минералы – кварц, биотит. Руда месторождения Балахчино представляет собой старые рудные отвалы с содержанием золота 0.76 г/т, состав пробы относительно однородный, представлен березитами мелко- и среднезернистой структуры с вкрапленниками рудных минералов, преимущественно пирита и халькопирита, прожилками кварца и мусковита. Пирит распределен в березитах в виде равномерной вкрапленности.

Исследовалась возможность усовершенствования реагентных режимов флотации золота, в том числе с применением новых реагентов, предоставленных Институтом органической химии Уфимского научного центра (ИОХ УНЦ) РАН, фирмами Hoeschst (Германия) и “Бератон” (Россия), а также распространенных серосодержащих собирателей: каптакса (R-404), тиоациланилида (ТАА), изобутилового ксантогената калия (ИКК).

Реагенты, предоставленные ИОХ УНЦ (ГФУ-П, ОКТСА, ОКТСМ), относятся к кетосульфидам, отличаются невысокой стоимостью, благоприятными токсикологическими свойствами. Реагенты фирмы Hoeschst (HostaFlot X-23 и Ное F 1923-1) представляют собой алифатические тиокарбаматные кислоты. Реагенты фирмы “Бератон” представлены диметилдитиокарбаматоацетатами натрия (Берафлот-30 Д-1 и Берафлот-30 Д-2) и бутилксантогенатоацетатами натрия (Берафлот-30 Д-3, Берафлот-30 Д-4 и Берафлот-30 Д-5).

При индивидуальном использовании реагентов лучшие результаты при флотации чистых минералов показали HostaFlot X-23, Ное F 1923-1, Берафлот-30 Д-5. Используемые в практике обогащения реагентные режимы, состоящие из одних ксантогенатов, дитиофосфатов или их сочетаний, сочетаний высших ксантогенатов с низшими или с изостроением углеводородного радикала, значительно уступают исследуемым сочетаниям реагентов: бутилового ксантогената калия с тиоациланилидом, каптаксом, HostaFlot X-23, кетосульфидами. Исследования на рудах Эльдорадинского и Балахчинского

месторождений подтвердили эффективность сочетания реагентов: прирост извлечения золота в концентраты при использовании нового реагентного режима составляет 0.63–3.33 %.

ТЕХНОГЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ИЗВЛЕЧЕНИЕ СВОБОДНОГО ТОНКОГО ЗОЛОТА

Представительных данных о количестве золота, оставшегося в отвалах после разработки россыпей в Красноярском крае, нет, что не позволяет провести региональную экономическую оценку этих объектов. Однако целесообразность работ в этом направлении не вызывает сомнений. Техногенные месторождения старых горнорудных районов составляют основу сырьевой базы мелких и средних добывающих предприятий. Кроме того, переработка отвалов является необходимым этапом в процессе их окончательного закрытия и восстановления естественных ландшафтов. Помимо извлечения золота, большое значение придается частичному извлечению из отвалов ртути, оставшейся после использования амальгамации.

В последние 20 лет интенсивно развивалось направление переработки техногенных материалов с использованием центробежных концентраторов, позволяющих извлекать как свободное тонкое (менее 0.1 мм) золото, преобладающее в эфельных отвалах и илонакопителях, так и металлическую ртуть. Гравитационное обогащение в интенсивном поле центробежных сил в ряде случаев также удобно для включения в фабричные технологические схемы [6, 7]. В табл. 3 приведены краткие результаты испытаний центробежных концентраторов на различных типах сырья: сульфидных и малосульфидных рудах, золотоносных корках выветривания, россыпях с различным содержанием глин, продуктах ЗИФ, драг и аффинажного производства, лежалых хвостах, старых рудных отвалах [8].

Полученные результаты свидетельствуют о том, что по сравнению с традиционными гравитационными аппаратами (отсадочными машинами, концентрационными столами) центробежная сепарация позволяет получать концентраты с более высоким содержанием в них золота.

ТАБЛИЦА 3

Результаты обогащения различных типов сырья на центробежном концентраторе

Продукты обогащения	Выход, %	Содержание золота, г/т	Извлечение золота, %
Сульфидные руды			
<i>Месторождение Богунай</i>			
Концентрат	0.33	600.0	48.4
Хвосты	99.67	2.12	51.6
Исходная руда (-1.5 мм)	100.0	4.1	100.0
<i>Месторождение Балахчино</i>			
Концентрат	0.122	162.0	28.2
Хвосты	99.878	5.03	71.8
Исходная руда (-1.5 мм)	100.0	7.0	100.0
<i>ЗИФ "Советская"</i>			
Концентрат	0.95	91.0	67.5
Хвосты	99.05	0.42	32.5
Питание флотации (-1.5 мм)	100.0	1.28	100.0
Окисленные руды (коры выветривания)			
<i>Месторождение Олимпиадинское</i>			
Концентрат	0.81	143.0	7.0
Хвосты	99.19	15.0	93.0
Исходная руда (-0.2 мм)	100.0	16.0	100.0
<i>Месторождение Юзик</i>			
Концентрат	0.93	32.0	3.0
Хвосты	99.07	9.79	97.0
Исходная руда (-1.5 мм)	100.0	10.0	100.0
<i>Месторождение Майское</i>			
Концентрат	0.79	160.0	42.0
Хвосты	99.21	1.75	58.0
Исходная руда (-0.5 мм)	100.0	3.0	100.0
Малосульфидные руды			
<i>Месторождение Токсимо</i>			
Концентрат	1.91	480.0	92.0
Хвосты	98.09	0.91	8.0
Исходная руда (-0.5 мм)	100.0	11.2	100.0
<i>Месторождение Перевальное</i>			
Класс (-2+1.7) мм	8.41	3.0	3.7
Концентрат I	0.98	546.7	79.0
Концентрат II	1.11	80.0	13.1
Хвосты	89.5	0.32	4.2
Исходная руда (-2 мм)	100.0	6.78	100.0
<i>Месторождение Васильевское</i>			
Концентрат	11.12	60.44	97.4
Хвосты	88.88	0.2	2.6
Исходная руда	100.0	6.9	100.0

ТАБЛИЦА 3 (Окончание)

Продукты обогащения	Выход, %	Содержание золота, г/т	Извлечение золота, %
Продукты фабрик			
<i>ЗИФ “Коммунарская”</i>			
Концентрат	20	1261.2	81.4
Хвосты	98.0	59	18.6
Концентрат отсадочной машины	100.0	31.0	100.0
Концентрат I (+0.4 мм)	1.09	2670.0	7.6
Концентрат II ((-0.4+0) мм)	2.55	11 910.0	57.9
Хвосты	96.36	188.1	34.5
“Золотая головка”	100.0	525.0	100.0
Концентрат	1.25	2024	48.2
Хвосты	98.75	275	51.8
Слив классификатора	100.0	525	100.0
Концентрат	0.84	540	23.9
Хвосты	99.16	146	76.1
Питание цианирования	100.0	19	100.0
<i>ЗИФ “Саралинская”</i>			
Концентрат	1.2	1087.0	18.1
Хвосты	98.8	59.7	81.9
Флотоконцентрат	100.0	72.0	100.0
Концентрат	2.9	2409.8	32.4
Хвосты	97.1	150.3	67.6
Гравитационный концентрат	100.0	215.8	100.0
<i>ЗИФ “Артемовская”</i>			
Концентрат I	1.2	2800	40
Концентрат II	1.0	1720	20.48
Хвосты	97.8	33.95	39.52
Гравитационный концентрат	100.0	84	100.0
Концентрат	2.4	1240	49.6
Хвосты	97.6	30.98	50.4
Флотоконцентрат	100.0	60	100.0

На ряде руд центробежные сепараторы конкурируют с флотационным методом обогащения, обеспечивая высокие технологические показатели. Благодаря экологической безопасности процесса, мобильности, низкой энергоемкости эти аппараты можно рассматривать как наиболее перспективные для извлечения золота.

Для переработки отвальных хвостов разработан процесс агломерации золота. Основан он на извлечении гидрофобных частиц золота из водной пульпы в масляную фазу. Иногда предусматривается смешивание измельченного золотосодержащего сырья с собирателем в форме угольно-масляных агломератов

(УМА). Золото, заключенное в УМА, далее легко может быть извлечено при флотации или грохочением. Полученное золото возвращают на повторные контакты со свежим сырьем, увеличивая таким образом содержание золота в агломератах.

Процесс агломерационной флокуляции изучали применительно к лежалым хвостам Артемовской ЗИФ [9]. Тонина помола составляла 65, 75 и 98 % класса -0.074 мм. При приготовлении углемасляных гранул придерживались следующих пропорций: вода : уголь : трансформаторное масло = 5 : 1 : 0.4; при перемешивании пульпы с гранулами состава руда : (уголь + масло) = 92.5 : 7.5. С использованием УМА

флокуляцией возможно извлечь 74.9 % металла в концентрат, содержащий 9.8 г/т Au. При использовании для агломерации одного трансформаторного масла эти технологические показатели составляют 87.1 % и 7.8 г/т соответственно.

Для переработки лежалых хвостов Артемовской ЗИФ также разработана флотационная технология. Режим флотации: доизмельчение до 65 % класса -0.074 мм ксантогенат бутиловый - 150 г/т, реагент ГФУ - 150 г/т, Т-80 - 100 г/т. При использовании данного реагентного режима из хвостов Артемовской ЗИФ можно извлечь до 80.4 % металла во флотационный концентрат с содержанием в нем золота 48 г/т [10].

ГИПЕРГЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Комплекс технологических решений для обработки различных гипергенных месторождений золота – кор выветривания, россыпей, техногенных образований – имеет общие черты, что позволяет подойти к разработке технологии их освоения с единых позиций. Таким образом, технологии переработки техногенно-

го сырья и разработки россыпей получили свое развитие в более развитых технологиях переработки золотых руд коры выветривания [11, 12].

Месторождения коры выветривания, по существующим геологическим прогнозам, будут обеспечивать основную часть прироста минерально-сырьевой базы золота в XXI веке. Для Красноярского края, как и для России в целом, этот тип месторождений относительно нов, хотя в 1990-е годы был получен опыт эксплуатации ряда объектов, в число которых входят уникальные по качеству вторичные руды Олимпиадинского месторождения и месторождения Самсон.

Опыт разработки месторождений коры выветривания выявил сопутствующие технологические проблемы, возникающие обычно при разработке не крупных объектов, запасы которых не позволяют строить стационарную фабрику для классической технологии цианирования. В ИХХТ СО РАН разработан комплекс технологических решений для эффективного освоения гипергенных месторождений золота [13]. В целом подход базируется на стадильном комбинировании различных горных и обогатительных технологий (рис. 1). Техно-



Рис. 1. Схема освоения золотоносной коры выветривания.

логический комплекс включает следующие базовые процессы:

1. В качестве основного процесса эффективного извлечения мелкого и тонкого золота предлагается использовать флотацию. Принципиальным решением проблемы является комбинированная технология разработки, предусматривающая перенос флотационного процесса из фабрики в условия рудника.

2. Для извлечения связанного золота, теряемого при гравитационном и флотационном обогащении, предлагается использовать выщелачивание *in situ* растворами экологически безопасных агентов с использованием гидрогеологического дополнительного ресурса недр [14].

3. Увеличение производительности добычного комплекса достигается за счет использования поточной технологии разработки [15]. При этом первые операции подготовки сырья к переработке осуществляются непосредственно в горных выработках, что позволяет снизить сквозные издержки и создает благоприятные условия для интегрирования горных и обогащительных процессов в единую геотехнологию, осуществляемую в оптимальных условиях.

Для оценки перспектив использования новой технологии для условий россыпей региона проведена оценка ее эффективности. Строго говоря, переоценка минерально-сырьевой базы при переходе на новую технологию извлечения золота должна производиться по известной методике, включающей доразведку, технологические испытания и ТЭО, но проведение таких работ для десятков и сотен месторождений рудного узла или целого региона сопряжено со значительными затратами и потерей времени. Для решения задачи разработан метод укрупненной оценки, позволяющий оценить как прирост выхода металла, так и ожидаемые технологические и экономические показатели на основании уже имеющейся для каждого месторождения информации [16]. В структуре активных запасов золота Красноярского края доля россыпей составляет 9,4 %, из них 85 % приходится на техногенные россыпи. Фактическое содержание золота около 40 % россыпей края на 25 % и больше превышает данные, определенные при разведке россыпей, за счет неучета тонкого золота, не извлекаемого при промывке на шлюзах. Для отдельных россы-

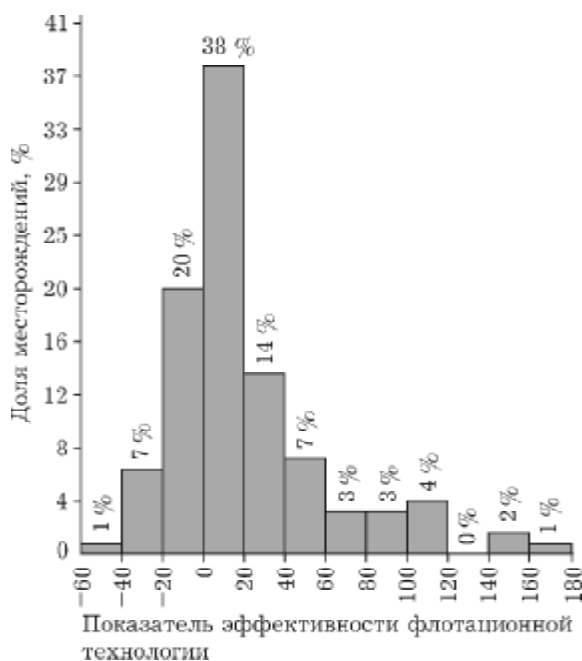


Рис. 2. Распределение россыпей золота Красноярского края по общему приросту золота при восстановлении истинного содержания тонкого золота (а) и эффективности флотационной технологии (б).

пей прирост содержания составляет 100 % и более. На рис. 2 показано распределение россыпей золота Красноярского края по эффективности флотационной технологии. Показатель эффективности флотационной технологии в этом случае выражает дополнительный чистый доход, получаемый предприятием при внедрении флотации (в процентах к валовому доходу предприятия при существующей технологии).

На основании проведенной укрупненной оценки и флотационных исследований по извлечению золота из россыпного сырья для месторождений, характеризующихся повышенной долей тонкого золота, предложено использование ряда комбинированных гравитационно-флотационных схем, обеспечивающих извлечение золота широкого диапазона крупности. В зависимости от доли золота мелких и тонких классов на месторождении варьирует точка внедрения узла флотационного извлечения, как на модуле, так и непосредственно в выработанном пространстве карьера.

Для месторождений, доля золота мелких и тонких классов в которых составляет не менее 10 %, а количество глинистой фракции в перерабатываемых песках достигает 30 %, целесообразно применять гравитацион-

но-флотационную технологию. Флотация осуществляется либо на передвижных модульных установках, либо непосредственно в выработанном пространстве, методом геотехнологической флотации для сокращения металлоемкости и, соответственно, уменьшения капитальных затрат. В этом случае основная часть золота извлекается по гравитационной схеме, а относительно тонкое и мелкое золото – флотационным способом.

В случае, когда доля золота мелких и тонких классов превышает 30 %, а содержание глины в исходных песках составляет от 10 % и выше, целесообразно, в первую очередь, внедрять процесс флотационного извлечения металла с последующим доизвлечением гравитационного золота из хвостовых продуктов флотации.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Наработанный опыт технологических исследований является основой для последующего развития фундаментальных и прикладных работ ИХХТ СО РАН и Института цветных металлов и материаловедения СФУ в области золотодобычи. В современных условиях определяющее значение приобретает правильный выбор приоритетов и совершенствование методов организации исследований. В течение последнего десятилетия в крае сформировалось определенное межотраслевое распределение исследовательских работ, в котором участвуют исследовательские подразделения золотодобывающих компаний (прежде всего, ЗДК “Полюс”), специализированные исследовательские центры (Иргиредмет, ТОМС и др.), институты СФУ и СО РАН. Дальнейшее развитие технологического сопровождения золотодобычи связано с оптимизацией уже сложившейся структуры и происходит в следующих основных направлениях:

1. Сохранение и дальнейшее развитие специализации различных организаций, занимающихся технологическими исследованиями. В частности, дальнейшее усиление фундаментальной составляющей исследований институтов СФУ и СО РАН.

2. Развитие образовательной деятельности институтов СФУ в части подготовки специалистов золотодобычи различной квалифи-

кации, включая высшую – магистров и кандидатов наук.

3. Развитие взаимодействия между основными субъектами – СФУ, СО РАН, золотодобывающие компании, проектные организации.

В числе первоочередных мероприятий следует отметить, прежде всего, организацию в Красноярске (на базе СФУ и ИХХТ СО РАН) исследовательского центра технологий минерального сырья и аналитических служб, которые будут служить площадкой для взаимодействия заинтересованных сторон и базой для отработки новых технологий и обучения новых кадров.

Работа выполнена при поддержке госконтракта № 2.740.11.0269.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Кузина З. П., Анциферова С. А., Самойлов В. Г. // Цв. металлы. 2005. № 3. С. 15–17.
- 2 Колесникова Т. А., Кузина З. П., Анциферова С. А., Савушкина С. И. // Тез. докл. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых “Физико-химия и технология неорганических материалов”. Красноярск, 2001. С. 23.
- 3 Анциферова С. А., Самойлов В. Г., Тимошенко Л. И., Кононов Ю. С. // Хим. технология. 2008. № 6. С. 275–277.
- 4 Анциферова С. А., Самойлов В. Г., Тимошенко Л. И., Маркосян С. М., Комлева О. Н. // Обогащение руд. 2009. № 2. С. 15–17.
- 5 Алгебраистова Н. К., Рахманова З. А., Алексеева Е. А., Баталова Е. С., Таранущенко Ю. В. // Цв. металлы. 2005. № 3. С. 18–20.
- 6 Алгебраистова Н. К., Алексеева Е. А., Коляго Л. П. // Обогащение руд. 2000. № 5. С. 6–12.
- 7 Алгебраистова Н. К., Алексеева Е. А., Дудко И. С., Гудкова Н. В. // Горн. информ.-аналит. бюлл. 2003. № 9. С. 194–196.
- 8 Алгебраистова Н. К., Рюмин А. И., Сазонов А. И. // Цв. металлы. 2000. № 2. С. 15–18.
- 9 Алгебраистова Н. К., Алексеева Е. А., Никифорова С. А. // Цв. металлы. 2001. № 11. С. 20–22.
- 10 Алгебраистова Н. К., Алексеева Е. А., Коляго Е. К. // Горный информ.-аналит. бюлл. 2000. № 6. С. 191–198.
- 11 Усманова Н. Ф., Брагин В. И. // Горн. информ.-аналит. бюлл. 2007. № 5. С. 389–396.
- 12 Пешков А. А., Брагин В. И., Михайлов А. Г., Мацко Н. А. Геотехнологическая подготовка месторождений полезных ископаемых. М.: Наука, 2007. 286 с.
- 13 Брагин В. И., Усманова Н. Ф., Фетисов А. А., Свиридова М. Л., Меркулова Е. Н., Привалихин И. И. Новые технологии освоения гипергенных месторождений золота // Сб. тр. “25 лет институту химии и химической технологии СО РАН: Итоги и перспективы”. Красноярск, 2006. Т. 1. С. 87–101.

- 14 Брагин В. И., Милошенко Т. П., Щипко М. Л., Кузнецов Б. Н., Фетисов А. А. // Горн. информ.-аналит. бюлл. 2003. № 9. С. 146–149.
- 15 Привалихин И. Н., Брагин В. И., Михайлов А. Г. Потоочная технология разработки золотоносных месторождений кор выветривания // Тез. докл. Третьего Всерос. симп. с междунар. участием “Золото Сибири и Дальнего Востока: геология, геохимия, технология, экономика, экология”. Улан-Удэ, 21–25 сентября, 2004. С. 400–402.
- 16 Брагин В. И., Усманова Н. Ф. // Цв. металлы. 2005. № 3. С. 10–12.