

водотоки 5–6-го порядка — целиком бассейн; 7-го и выше — по элементам долин (пойма, терраса).

На территориях старых рудников по образцу и подобию Северо-Канадских предусмотреть создание обособленных участков частной хозяйственной деятельности — клаймов. Механизм создания прост — продается земля со всеми оставшимися наземными и подземными сооружениями и дается право безлицензионной переработки всего оставшегося техногенного рудного комплекса. Условия деятельности — сохранение зданий и сооружений как исторических памятников развития горного дела и комплексность извлечения полезных компонентов из технологических отходов производства. Налоги только с продажи полученной продукции (набора полезных ископаемых) и услуг туристам.

Во избежание потерь при переработке техногенных образований в лицензионном соглашении должна быть регламентирована генеральная технологическая схема, а ее нарушение будет основанием для возбуждения процедуры изъятия участка.

Заключение

Применение инновационных технологий при освоении техногенного комплекса и проведение предлагаемой модернизации российского законодательства позволит в ближайшие годы создать подотрасль горнодобывающего производства «переработка отходов горного производства», что повлечет за собой увеличение объемов добычи минерального сырья и создание в стране десятков тысяч рабочих мест, а это особенно актуально в регионах с экономикой минерально-сырьевой ориентации (Урал, Якутия, Колыма, Чукотка, Забайкалье и др.). Изменения в законодательстве будут мотивировать улучшение экологической обстановки в старопромысловых районах и повысят в целом эффективность жизнедеятельности.

Реализация проекта массовой переработки техногенного комплекса россыпной добычи полезных ископаемых на Северо-Востоке России дает возможность пролонгировать промышленную активность промышленных горнопромышленных районов, решить целый ряд социальных задач в закреплении кадров и создать предпосылки экономической стабильности территории на ближайшие 50 лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Митковская Т.В., Прусс Ю.В., Палымский Б.Ф. Некоторые проблемы изучения россыпей, содержащих мелкое золото / Геологическое строение, магматизм и полезные ископаемые Северо-Восточной Азии: Матер. IX сессии СВО ВМО. — Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1997. — С. 147–149.
2. Пат. № 2532484 С1. Способ обработки золотосодержащего концентрата перед обогащением / Елшин А.Н., Рязов А.В., Прусс Ю.В. и др. — Бюлл. Изобретения. Полезные модели. № 31 от 2014.
3. Прейс В.К., Прусс Ю.В., Андреева Ю.Ю. К проблеме комплексных россыпей Северо-Востока России / Наука Северо-Востока России — начало века: Матер. всеросс. науч. конф., посвящ. памяти акад. К.В. Симакова и в честь его 70-летия. — Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2005. — С. 200–201.
4. Прусс Ю.В. Инновационная стратегия отработки остаточного комплекса россыпной добычи золота / Проблемы формирования инновационной экономики региона: Матер. I науч.-практ. конф. (Магадан, 2–3 дек. 2009). — Магадан: Нов. полиграфия, 2010. — С. 36–37.
5. Прусс Ю.В. Новые технологии россыпедобычи в условиях Крайнего Севера // Глобус: Геология и бизнес. — 2009. — № 1 (4). — С. 4–35.

6. Прусс Ю.В. О разграничении полномочий в вопросах недропользования между Центром и Магаданской областью // Колыма. — 1997. — № 3. — С. 21–24.
7. Прусс Ю.В. Технологические отходы горного производства — объекты золотодобычи XXI века (на примере Магаданской области) / Золото северного обрамления Пацифика. II междунар. горно-геол. форум, посвящ. 110-летию со дня рожд. Ю.А. Билибина: Тез. докл. горно-геол. конф. — Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2011. — С. 48–49.
8. Прусс Ю.В., Андреева Ю.Ю. Методология сплошной отработки остаточного комплекса россыпедобычи / V Диковские чтения: Матер. науч.-практ. конф. — Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2008. — С. 210–213.
9. Прусс Ю.В., Палымский Б.Ф., Шаповалов В.С. Техногенные россыпи золота Северо-Востока: особенности формирования, строения и состава // Колыма. — 1999. — № 2. — С. 25–34.
10. Прусс Ю.В., Шаповалов В.С. К методологии прогнозирования техногенных ресурсов россыпного золота на Северо-Востоке / Проблемы геологии и металлогении Северо-Востока Азии на рубеже тысячелетий: Матер. XI сессии СВО ВМО. — Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2001. — Т. 3. — С. 102–103.
11. Шило Н.А. Классификация россыпей Яно-Колымского золотоносного пояса / Геохимия, петрография и минералогия осадочных образований. — М.: Изд-во АН СССР, 1963. — С. 395–409.

© Прусс Ю.В., 2016

Прусс Юрий Васильевич // pruss@neisri.ru

УДК 549.514.91+553.493.531:539.16+622.7

Лихникевич Е.Г., Фатов А.С. (ФГБУ «ВИМС»),
Левченко Е.Н. (ФГУП «ИМГРЭ»)

ПОВЕДЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ДЕЗАКТИВАЦИИ БАДДЕЛЕИТ-ЦИРКОНОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ОБОГАЩЕНИЯ

*Проведены исследования по дезактивации бадделеит-цирконовых концентратов гравитационного обогащения переменного состава, характеризующихся повышенной радиоактивностью. Установлено, что предварительная дезактивация позволяет удалить только сорбированный уран. Для удаления урана, входящего в структуру бадделеита и циркона, необходимо их вскрытие с переводением урана в раствор с последующим удалением методами сорбции или осаждения, что обеспечит получение в качестве товарных продуктов диоксид циркония, не содержащий радиоактивные примеси, и урановый химконцентрат. **Ключевые слова:** бадделеит-цирконовые концентраты, радиоактивность, дезактивация.*

Likhnikovich E.G., Fatov A.S. (VIMS), Levchenko E.N. (IMGRE)

ON THE BEHAVIOR OF RADIOACTIVE ELEMENTS IN THE PROCESS OF DEACTIVATION OF BADDELEYITE- ZIRCONIUM ENRICHMENT CONCENTRATES

*Studies on deactivation of baddeleyite–zirconium concentrates enrichment of varying composition characterized by increased radioactivity. It was found that pre-decontamination removes only the sorbed uranium contained in concentrates. **Key words:** baddeleyite–zircon concentrate, radioactivity, deactivation.*

Цирконийсодержащие руды Алгаминского рудопроявления, приуроченные к терригенно-карбонатным и карбонатным породам, характеризуются одновременным присутствием двух главных циркониевых минералов, встречающихся в тесной ассоциации друг с другом [1].

Руды отличаются переменным составом по содержанию в них бадделеита и циркона, сконцентрированных преимущественно в шламовом материале крупностью -0,05 мм. Количественное соотношение минералов циркония варьирует в значительных пределах, что определяет минеральный тип руд.

Форма выделения минералов разнообразная — от скрытокристаллической, метаколлоидной (колломорфные агрегаты) до кристаллически-зернистой. Кристаллы минералов, как правило, образуют агрегаты разного вида. Бадделеит присутствует в руде в виде полиминеральных агрегатов, в которых он тесно ассоциирует с породообразующими минералами и иногда с цирконом, а также образует колломорфные выделения. Циркон представлен двумя разновидностями: практически неизменным, встречающимся не повсеместно и в незначительном количестве, и в различной степени измененным, подверженным процессам бадделеитизации.

Проведенные исследования выявили неоднородность химического состава циркониевых микроагрегатов, которая складывается в тончайшем сростании силикатов и диоксидов циркония на микроуровне (размер кристаллитов много менее 1 мкм).

Уран присутствует в структуре цирконийсодержащих минералов в виде изоморфной примеси; также отмечается в гидроксидах железа, в которых не обнаружены самостоятельные фазы этого компонента, и в растворимых формах. В связи с повышенными концентрациями урана руды характеризуются повышенной радиоактивностью. В соответствии с п. 5.2. СП 2.6.1.2800-10 «Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения» бадделеит-цирконовые концентраты обогащения характеризуются повышенной активностью и относятся к IV классу минерального сырья (Аэфф. > 4000Бк/кг).

Исследования по изучению минералогических особенностей и технологических свойств бадделеит-цирконовых концентратов гравитационного обогащения были выполнены на материале шламовых и зернистых, различающихся по содержанию диоксида циркония и урана.

В концентратах гравитационного обогащения цирконийсодержащие фазы находятся как в виде диоксидов (бадделеит), так и в виде силикатов (циркон), причем в одних пробах преобладает оксидная форма,

Таблица 1
Химический состав бадделеит-цирконовых концентратов переменного состава*, %

Индекс концентрата	Содержится в концентрате									
	ZrO ₂	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	HfO ₂	SiO ₂	U	CaO	Y ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂
зернистая часть										
1	19,44	0,40	5,01	0,64	21,25	0,08	21,18	0,06	0,16	0,05
2	81,96	0,92	1,49	1,56	5,21	0,36	2,03	0,12	0,42	0,11
3	67,45	0,79	2,58	2,13	6,11	0,25	6,89	0,09	0,46	0,17
4	38,42	0,53	1,45	1,21	20,68	0,14	14,85	0,06	0,35	0,08
5	60,20	0,91	3,78	1,00	7,83	0,26	10,91	0,09	0,37	0,17
6	23,90	0,49	2,97	0,78	30,25	0,10	21,34	0,05	0,25	0,07
7	18,73	0,55	3,43	0,62	19,25	0,01	22,25	0,07	0,31	0,18
шламовая часть										
1	29,25	2,76	7,29	0,92	31,15	0,2	11,64	0,12	1,15	0,07
2	70,94	1,73	1,67	1,31	10,67	0,34	2,67	0,18	3,99	0,11
3	15,99	1,1	9,19	0,56	39,90	0,16	4,10	0,11	17,56	0,66
4	50,21	1,28	4,90	1,72	18,88	0,27	9,97	0,11	3,90	0,25
5	29,77	1,91	7,04	1,19	32,91	0,25	8,76	0,20	9,41	0,29
6	31,08	2,25	9,70	0,56	29,64	0,41	8,23	0,28	7,52	0,23
7	22,84	1,33	8,85	0,79	37,58	0,29	4,94	0,19	12,60	0,41

* — по данным РСА

Таблица 2
Результаты дезактивации бадделеит-цирконовых концентратов обогащения переменного состава

Индекс концентрата	Извлечение в раствор, %									
	ZrO ₂	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	HfO ₂	SiO ₂	U	CaO	Y ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂
зернистая фракция										
1	—	56,76	94,82	0,23	—	27,93	70,68	32,73	31,53	53,87
2	0,11	44,38	35,19	—	6,83	29,43	81,68	16,83	43,83	40,0—
3	0,50	13,00	74,59	—	—	11,52	89,80	3,44	34,74	41,7—
4	—	26,94	75,91	0,19	—	29,49	43,03	19,57	39,33	44,95
5	0,16	36,91	63,47	—	6,54	21,41	43,85	32,55	24,50	10,07
6	—	44,08	46,05	—	—	25,60	44,64	—	18,74	17,11
7	—	26,52	73,46	0,35	4,54	26,80	62,51	13,55	30,25	18,9—
шламовая фракция										
1	—	69,29	59,42	—	10,2	65,40	38,09	—	52,61	17,21
2	—	36,08	56,62	0,56	—	67,94	56,44	15,26	10,64	6,40
3	—	66,33	70,57	—	—	67,70	52,31	21,70	22,94	8,65
4	0,29	63,14	56,87	—	2,74	70,87	43,03	19,57	20,67—	44,95
5	—	36,91	63,47	0,46	6,54	67,62	43,85	32,55	24,50	10,07
6	—	44,08	46,05	—	—	65,83	44,64	—	38,74	17,11
7	0,81	26,52	73,46	0,35	4,54	69,02	62,51	13,55	30,25	12,7—

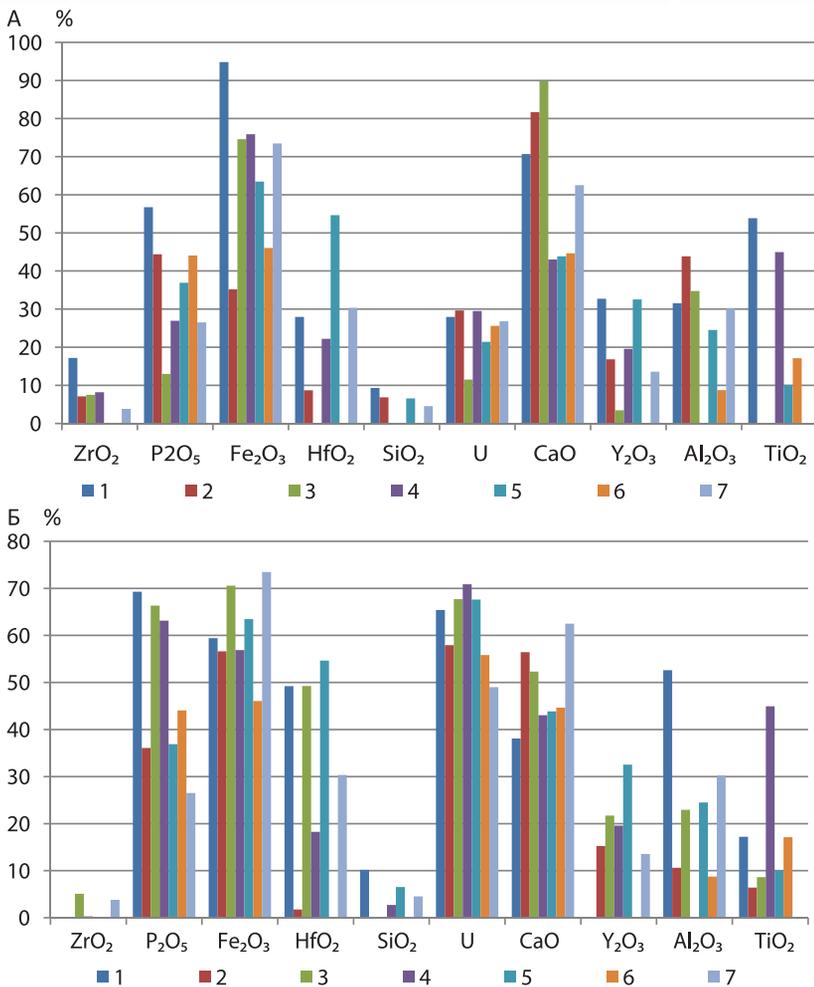


Рис. 1. Извлечение в раствор фосфора, железа, кальция и урана при выщелачивании концентратов: а — зернистая фракция, б — шламовая фракция: 1–7 — номера проб

в других — силикатная, а в некоторых обе фазы содержатся в равных долях. Химический состав бадделейт-цирконовых концентратов представлен в табл. 1. Как следует из данных табл. 1, содержание диоксида циркония в шламовых фракциях варьирует от 15,9 до 70,9 %, урана — от 0,2 до 0,4 %; в зернистых фракциях — циркония от 18,7 до 81,9 %, урана — от 0,01 до 0,36 %.

В зернистых фракциях наблюдается четкая корреляционная зависимость между содержанием диоксида циркония и урана: с повышением содержания ZrO_2 повышается содержание урана. Для концентратов обогащения шламовых фракций корреляционная зависимость отсутствует, что, по всей видимости, связано с наличием в этих фракциях сорбированного урана, связанного также с лимонитом.

Без предварительной дезактивации исследуемых концентратов их даль-

нейшая гидрометаллургическая переработка с получением циркониевых соединений нецелесообразна, так как при их переработке будет происходить концентрирование радионуклидов в продуктах переработки [2]. Дезактивацию исследуемых концентратов проводили смесью растворов серной и азотной кислот ($250 \text{ г/л } H_2SO_4 + 250 \text{ г/л } HNO_3$), при $T : Ж = 1 : 10$, $t = 80^\circ C$ и продолжительности процесса $\tau = 1$ час. Азотная кислота была использована в качестве окислителя для перевода урана, содержащегося в концентратах, в кислото-растворимую форму. Результаты по дезактивации концентратов гравитационного обогащения представлены в табл. 2.

Как следует из данных табл. 2, при дезактивации концентратов происходит их очистка от примесей фосфора, железа, кальция. Очистка от урана составляет более 60 % для концентратов обогащения (шламовая фракция) и не превышает 25–30 % для концентратов обогащения (зернистая фракция), что, вероятно, связано с тем, что в этих фракциях уран преимущественно входит в структуру бадделейта и циркона в виде изоморфных примесей, а сорбированного урана меньше, чем в шламовых фракциях (рис. 1).

В качестве одного из методов контроля дезактивации была использована люминесцентная спектроскопия. Измерение спектров люминесценции материала исходных концентратов и продуктов дезактивации проводилось на модернизирован-

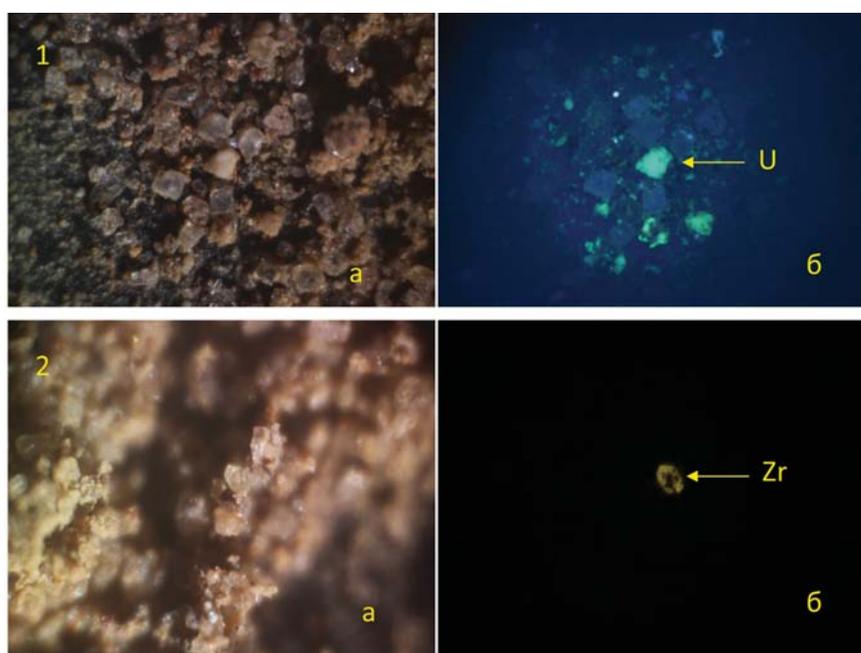


Рис. 2. Фотоизображения концентрата № 2 при освещении излучением лампы накаливания (а) и УФ-светом (люминесцентное) (б) до (1) и после дезактивации (2)

ном микроспектрофотометре МСФУ-312 (НПО «ЛОМО», Россия) с использованием в качестве источника возбуждения излучение лазера на молекулярном азоте ЛГИ-505 (НПО «Плазма», Россия). Измерения проводились в соответствии с Методическими рекомендациями № 156 [3] и выполнены В.А. Рассуловым. При дезактивации концентратов обогащения шламовых фракций исчезает зеленая люминесценция уранильных комплексов, что свидетельствует об удалении сорбированного урана (рис. 2).

Таким образом, особенности вещественного состава концентратов гравитационного обогащения руд Алгаминского месторождения определяют перспективы их переработки гидрометаллургическими методами. Предварительная дезактивация концентратов обогащения переменного состава, содержащего смесь циркониевых фаз, позволяет удалить сорбированный уран, находящийся в концентратах. Для удаления урана, входящего в структуру бадделита и циркона, необходимо их вскрытие с переводением урана в рас-

твор, из которого он может быть удален методами сорбции или осаждения, что обеспечит получение в качестве товарных продуктов диоксид циркония, не содержащий радиоактивные примеси, и урановый химконцентрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левченко М.Л., Левченко Е.Н. Характеристика вещественного состава бадделит-цирконовых руд Алгаминского рудопроявления / Промышленные минералы: проблемы прогноза, поисков, оценки и инновационные технологии освоения месторождений: Матер. междунар. науч.-практ. конф. — Казань: ЗАО «Издательский дом» Казанская недвижимость», 2015. — С. 391–395.
2. Россман Г.И., Бахур А.Е., Петрова Н.В. Промышленная радиационная экология минерального сырья // Минеральное сырье — № 25 — М.: ВИМС, 2012. — 318 с.
3. Рассулов В.А. Локальная лазерная с учетом кинетики затухания люминесцентная спектроскопия минералов (на примере циркона) / Методические рекомендации № 156. — М.: ВИМС, 2005. — 16 с.

© Лихникевич Е.Г., Фатов А.С., Левченко Е.Н., 2016

Лихникевич Елена Германовна // Likhnikееvich@mail.ru
Фатов Андрей Сергеевич // Infiniti400@mail.ru
Левченко Елена Николаевна // levchenko@imgre.ru

УПРАВЛЕНИЕ И ЭКОНОМИКА

УДК 338

Лисов С.В. (МГРИ-РГГРУ)

ПРОМЫШЛЕННОСТЬ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА: ИННОВАЦИОННЫЕ И КАДРОВЫЕ АСПЕКТЫ

*На фоне общепромышленных тенденций стагнации 2013–2014 гг. и спада в 2015 г. важные направления улучшения ситуации следует связывать с факторами более широкого внедрения инноваций и качественного планирования потребности в квалифицированных кадрах. В статье рассмотрены вопросы совершенствования инновационного механизма в недропользовании на основе принципов федерального законодательства о стратегическом планировании. Дано обоснование методического подхода к определению перспективной потребности предприятий в квалифицированных кадрах, предполагающего проведение специальных расчетов по авторской методике. **Ключевые слова:** промышленность, минерально-сырьевой комплекс, инновации, кадры, геологоразведочная отрасль, стратегическое планирование.*

Lisov S.V. (MGRI-RGGRU)

MINERAL AND RAW MATERIAL BASED INDUSTRY:
INNOVATIONS AND HUMAN ASPECTS

Against the backdrop of general industry trend of stagnation in 2013–2014 and the recession in 2015 (in many ways typical of mineral complex) we should attribute important areas of improvement to factors of greater innovation and quality planning needs of qualified personnel. The article reviews the issues of improving the innovation mechanism in the subsoil

*use on the basis of the federal legislation on strategic planning. The author also founds the methodical approach to determine the future needs of enterprises in qualified personnel, involving special calculations on the authorial method. **Key words:** industry, mineral raw materials complex, innovations, human resources, geology prospecting industry, strategic planning.*

На общем фоне промышленного спада в России (индекс промышленного производства в январе-сентябре 2015 г. по сравнению с аналогичным периодом 2014 г. составил 96,8 %) показатели функционирования минерально-сырьевого комплекса (МСК) выглядят относительно неплохо. Так, добыча угля за 9 месяцев 2015 г. составила к уровню соответствующего периода предыдущего года 105,4 %, нефти (включая газовый конденсат) — 101,4 %, руды железной товарной необогащенной — 100,7 %. В то же время добыча природного газа в рассматриваемом периоде сократилась на 5,3 %, первичная переработка нефти — на 0,8 %. На стабильно низком уровне (71–72 %) остается глубина переработки нефтяного сырья [8].

Во многом развитие отраслей МСК определяется деятельностью промышленно-ориентированных инфраструктурных организаций науки и профессионального образования. Возрастающая актуальность промышленной инновационно-образовательной инфраструктуры специально подчеркивается как отдельными экспертами, так и в Федеральном законе о промышленной политике [1, 2].

Проблемы инновационного развития сферы недропользования следует рассматривать в общем контексте состояния науки и техники в Российской Федера-