



НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
Биолого-почвенный институт

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ и НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
Иссык-Кульский Государственный университет им. К.Тыныстанова

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО ПО ГЕОЛОГИИ и МИНЕРАЛЬНЫМ РЕСУРСАМ
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ и ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ



ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, ПРОБЛЕМЫ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИИ, СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ООПТ

МАТЕРИАЛЫ
IV Международной конференции
17 – 19 сентября, 2015 г., Бишкек – Каракол

Бишкек - 2015

5. Дженбаев Б.М., Мурсалиев А.М. Биогеохимия природных и техногенных экосистем Кыргызстана. – Бишкек: Илим, 2012. – 404с.
6. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. - М.: Мир, 1989. – 439с.
7. Малюга Д.П. Биогеохимический метод поисков рудных месторождений. - М.: АН СССР, 1963. 264с.
8. Мамытов А.М. Почвы Иссык-Кульской области и пути их рационального использования. – Фрунзе: Илим, 1977. – 277с.
9. Методические указания. Порядок отбора проб для выявления и идентификации наноматериалов в растениях. МУ 1.2. 27.42-10. - М., 2010. 50с.
10. Справочник предельно допустимых концентраций, ориентировочно безопасных уровней воздействия, допустимых уровней, допустимых концентраций, методов контроля и других характеристик вредных веществ в объектах окружающей среды. – Бишкек, 1997. – 347с.

ПРОБЛЕМЫ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИИ УРАНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЗАХСТАНА

А.Т. Канаев

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Институт микробиологии и вирусологии КН МОН РК

До настоящего времени микроорганизмы редкоземельных (уран, тантал и др.) месторождений Казахстана практически малоизучены, поэтому наше внимание обращено к бактериальной интенсификации процессов выщелачивания урана. Из различных участков кучного выщелачивания (технологические растворы, руда отработанных штабелей, растворы со всех испарительных карт) были выделены железо и сероокисляющие бактерии *Acid. ferrooxidans*. Установлено, что источником питания в энергетическом обмене для этих бактерий являются восстановленные формы железа и серы, которые в руде встречаются в основном в виде минерала пирита. Эти микроорганизмы в кислой среде интенсивно окисляют пирит и другие железосодержащие минералы до трехвалентного железа - сильного окислителя четырехвалентного урана и серной кислоты.

Во второй половине 60-х годов в США была доказана возможность добычи урана из бедных руд пластово-инфильтрационных месторождений способом подземно-скважинного выщелачивания. Это коренным образом изменило положение в сырьевой базе Казахстана. К концу 70-х были выявлены уникальные месторождения этого типа – Инкай, Мынкудук, Моинкум, Канжуган, Северный и Южный Карамурун и др.

В 1980-82 годах выпуск урановой продукции в Казахстане достиг максимальных объемов. Уран добывался почти на 30 месторождениях. С 1953 по 1999 год объем добытого урана на территории республики составил почти 225 миллионов фунтов U_3O_8 . В начале 90-х годов преобладала шахтная и карьерная добыча и составляла 70% всего объема. Однако переход от командной экономики к рынку продиктовал необходимость использования исключительно технологии подземного выщелачивания.

Республика обладает богатыми запасами урана, которые подлежат извлечению методом подземного выщелачивания. Согласно последней Красной Книге МАГАТЭ (1999 г.), 1,1 миллиарда фунтов U_3O_8 разведанных и предварительно оцененных запасов казахстанского урана отнесены к Категории 1 - категории самых низких затрат - и составляют 35% идентифицированных мировых ресурсов урана в этой классификации затрат. Большая часть этих ресурсов залегает в бассейнах Чу-Сарысу и Сыр-Дарья в Южном Казахстане.

Всего на территории Казахстана разведано 129 месторождений и рудопроявлений урана. Месторождения урана объединены в шесть урановых провинций (Прибалхашская, Прикаспийская, Илийская, Северо-Казахстанская, Сырдарьинская, Чу-Сарысуйская). Запасы и ре-

сурсы шести провинций составляют 1,69 млн. т урана. Из них около 1,2 млн. т пригодны для добычи способом подземного выщелачивания. В настоящее время промышленная добыча ведется на девяти месторождениях, расположенных в Чу-Сарысуйской, Сырдарьинской (по технологии подземного выщелачивания) и Северо-Казахстанской (традиционным шахтным способом) урановых провинциях.

Объем добычи урана в Казахстане составил в 2009 году 29,736 млн. фунтов (13 500 тонн). Это на 58% выше показателя 2008 года. Реализация данных планов позволила Казахстану занять 1-е место в мире по добыче природного урана. Развиваются такие перспективные направления, как конверсия и обогащение природного урана, производство топлива для реакторов, создание и эксплуатация реакторов малой и средней мощности.

В настоящее время в Казахстане почти весь уран добывается методом подземного скважинного выщелачивания, а шахтный способ разработки месторождения урансодержащих руд производится только на севере нашей республики, на месторождении «Восток». Указанное месторождение по запасам урана и молибдена в руде является одним из богатейших. Руда с высоким содержанием металла непосредственно перерабатывается на гидрометаллургическом заводе, а со средним содержанием обогащается на рудообогатительной фабрике. Бедно-товарная руда складировается на штабелях (кучи) и выщелачивается растворами серной кислоты.

Процесс извлечения целевых компонентов водными растворами химических реагентов из минерального сырья, уложенного на гидронепроницаемое основание в рудные штабеля, осуществляется при минимальном вторжении в природную среду – без строительства заводов с развитой инфраструктурой. По экономическим оценкам, при кучном выщелачивании по сравнению с традиционной технологией капитальные затраты снижаются примерно на 30%.

В начале 80-х годов вблизи поселка Шантобе Акмолинской области был построен цех кучного выщелачивания. С 1985 года цех перерабатывает продуктивные растворы, и товарным продуктом цеха является регенерат, содержащий до 40,0 г/л урана. Этот продукт перерабатывается на ГМЗ в г. Степногорске для получения закиси-окиси урана U_3O_8 . На долю КВ приходится 25% урана по РУ-1.

До настоящего времени в условиях кучного выщелачивания урана микробиологическое обследование и изучение участия микроорганизмов в процессах извлечения урана не проводились. Для понимания физиологических и биохимических механизмов приспособляемости определенных видов микроорганизмов и их природных популяций к геохимическим условиям среды необходимо определение основных точек прилегания химических элементов среды к процессам метаболизма, установление вызываемых ими изменений обменных процессов и биологических реакций. Такие исследования вскрывают биотехнологическую сущность воздействия химических элементов естественной среды обитания на организмы на популяционном и организменном уровнях.

Все это повышает ценность способа бактериально-химического выщелачивания урана из забалансовых и бедных руд, сочетающего высокую эффективность с малым загрязнением окружающей среды.

Использование высокотоксичного реагента - серной кислоты - для извлечения урана из руды является характерной особенностью технологии КВ, определяющей её экологическую опасность. Расход серной кислоты в зависимости от типа выщелачиваемой руды и от производительности предприятия может составлять десятки и сотни тонн в год. Значит, главной экологической задачей при этом является защита воздуха, почвы, поверхностных и подземных вод от загрязнения серной кислотой.

Среди исследований биотехнологии по бактериально-химическому выщелачиванию металлов из руд мало таких, в которых объектом служили забалансовое и бедное урановое сырьё. В основном изучался подземный скважинный способ сернокислотного выщелачивания урана.

Гидротермальные месторождения урана охватывают территории Северо-Казахстанской и Акмолинской областей, поэтому исследования хемолитоавтотрофных бактерий и их геохимической деятельности на примере месторождения «Восток» представляется весьма актуальным.

На основании проведённых исследований можно сделать следующие **выводы**:

1. Определён количественный и качественный состав ацидофильных штаммов бактерий *Acidithiobacillus ferrooxidans* в растворах различных участков кучного сернокислотного выщелачивания урана. Выделены бактерии *Acidithiobacillus ferrooxidans* в количестве более 10 млн. кл в одном мл раствора. На основе физико-химического взаимодействия компонентов в кислотной среде и влияния различных химических соединений на ацидофильные штаммы бактерий выявлена их чувствительность, устойчивость к кислотной среде и способность адаптироваться к различным условиям.
2. Выявлена окислительная способность хемолитоавтотрофных бактерий и показано участие бактерий *Acidithiobacillus ferrooxidans* в процессах растворения металлов, установлена их активность в выщелачивании металлов. Опыты подтвердили, что выделенный из кислых растворов штамм бактерий *Acidithiobacillus ferrooxidans* способен окислять железо в присутствии 15-20 г серной кислоты до 30 мг/л урана и до 80 мг/л молибдена. Таким образом, определена научно-практическая значимость биотехнологического метода извлечения урана из бедных и забалансовых руд на редкоземельных месторождениях северного региона Казахстана.
3. Установлено наличие бактерий *Acidithiobacillus ferrooxidans* в кислых растворах, их способность окислять железо в присутствии серной кислоты и принимать активное участие в процессах кучного выщелачивания ураносодержащих руд месторождения «Восток». Показано, что главным окислителем четырехвалентного урана являются ионы трехвалентного железа, которые образуются при бактериальном окислении железа и серосодержащих минералов в кислой среде.
4. Инфильтрационное выщелачивание урана протекает более интенсивно, если орошение руд производить периодически (циклично), чередуя периоды орошения с периодами выстаивания. Определено, что в период выстаивания создаются благоприятные условия для аэрации рудной массы и развития окислительных процессов, способствующих переходу урана из труднорастворимой четырёхвалентной формы в легкорастворимую шестивалентную. В руде и в оборотном растворе выявлено достаточное количество ионов трехвалентного железа и ацидофильные бактерии *Acidithiobacillus ferrooxidans*. Главным окислителем четырехвалентного урана являются ионы трехвалентного железа, которые образуются при бактериальном окислении железа в кислой среде. Установлено, что эти микроорганизмы способны в кислотной среде постоянно регенерировать ионы Fe^{2+} до Fe^{3+} .
5. В отработанных штабелях рудоуправления №1 Степногорского горно-химического комбината содержание урана составляет 0,05%-0,07%. В рудных слоях штабелей происходит более глубокие окислительные процессы. Показана динамика процесса бактериального выщелачивания урана и молибдена из указанных отходов гидрометаллургии. На опытах доказано, что при вторичной переработке руд из штабелей (отвалов) Степногорского горно-химического комбината с помощью ацидофильных бактерий *Acidithiobacillus ferrooxidans* при слабом кислотном растворе может быть извлечено до 60-70 % дополнительного урана и молибдена.
6. Определена оптимальная область использования биотехнологического метода выщелачивания урана из бедных руд, и внедрен в практику биотехнологический способ выщелачивания металлов при разработке уранового месторождения «Восток».
7. Рекомендован технологический регламент по ведению гидрометаллургического процесса в условиях месторождения «Восток», а также предложены рациональные параметры по конструктивному устройству штабелей кучного выщелачивания и компактных перколяционных установок (чанов) в закрытых отапливаемых помещениях для непрерывного всепогодного ведения процесса выщелачивания урана.

Веселкин Д.В., Куянцева Н.Б., Чащина О.Е. Накопление тяжелых металлов в разных органах древесных растений возле Карабашского медеплавильного комбината (Южный Урал).....	76
Веселкин Д.В., Куянцева Н.Б., Чащина О.Е., Мумбер А.Г., Потапкин А.Б. Климатические изменения и частота пожаров на Южном Урале: анализ результатов 65 лет наблюдений в Ильменском заповеднике.....	81
Веселкин Д. В., Лукина Н. В., Чибрик Т. С., Филимонова Е. И., Глазырина М. А. Оценка скорости формирования растительного сообщества на рекультивированном участке золоотвала Верхнетагильской ГРЭС (Средний Урал).....	85
Давлетбаков А.Т. Особенности фауны позвоночных животных вблизи хвостохранилища Золоторудного месторождения «Кумтор».....	89
Дженбаев Б. М. Горнодобывающая промышленность, проблемы экологии, биоразнообразия и ООПТ в Кыргызстане.....	93
Дженбаев Б.М., Алымкулова А.А., Солодухин В.П., Калдыбаев Б.К., Айтматов М.Б., Усунбаев А.К. Эколого-биологические исследования в районе золоторудного месторождения Кумтор (2012 г.)...	99
Ермаков В.В., Данилова В.Н., Хушвахтова С.Д. Новые методы определения фитохелатинов и их экологическое значение.....	111
Ермаков В.В., Дженбаев Б.М., Тютиков С.Ф., Сафонов В.А. Биогеохимические и экологические аспекты оценки состояния таксонов биосферы.....	114
Еремеева Н.И., Лузянин С.Л. Сукцессионные изменения структуры населения жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) на отвалах угольного разреза.....	123
Жолдошов Т. Т., Дженбаев Б. М. Сырьевые ресурсы растения рода зизифора в Таласской области.....	127
Жуйкова Т. В., Безель В. С., Гордеева В. А., Кайгородова С. Ю., Мелинг Э. В. Почвы и микробиоценозы отвалов металлургической промышленности (НТМК, г. Нижний Тагил).....	129
Зыков С.В. К вопросу о изменчивости микроструктуры эмали в эволюционно-экологических исследованиях грызунов.....	134
Иманбердиева Н.А., Лебедева Л.П., Табылдиева Э.К. Современное экологическое состояние Ак-Сая Ат-Башинской долины Внутреннего Тянь- Шаня Кыргызстана, в условиях горнодобывающей промышленности.....	139
Кадырова Г.Б. Эколого-биогеохимические исследования почвенно-растительного покрова природно- техногенных экосистем высокогорной части бассейна реки Жыргалан.....	144
Кадырова Г.Б., Калдыбаев Б.К. Содержание микроэлементов в почвенно-растительном покрове долинной зоны бассейна реки Жыргалан	149
Канаев А.Т. Проблемы геохимической экологии уранового месторождения Казахстана.....	153
Касиев К.С. Изменения растительных поясов Кыргызстана в процессе глобального потепления климата.....	156