

$$\begin{cases} \frac{dy_i}{dt} = (\mu_i(q_i) - D)y_i \\ \frac{dz_j}{dt} = D(z_{j0} - z_j) - \sum_{i=1}^m v_{ij}(z_j, q_{ij})y_i \\ \frac{dq_{ij}}{dt} = v_{ij}(z_j, q_{ij}) - \mu_i(q_i) \cdot q_{ij} \end{cases} \quad \text{для } i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n.$$

Под q_i понимается вектор $q_i = (q_{ij})_{j=1}^n$, функция $\mu_i(q_i)$ вычисляется по формуле $\mu_i(q_i) = \min_{j=1, \dots, n} \mu_{ij}(q_{ij})$. Параметр D обозначает скорость потока вещества в системе, через z_0 - содержание минеральных питательных веществ во входящем потоке, через $v_{ij}(z_j)$ - удельные скорости поглощения вещества группы j организмами вида i .

Модель применяется нами для расчетов с использованием гидрохимических данных характеристик фитопланктонного сообщества в водоеме.

Взаимосвязанный анализ гидрохимической и гидробиологической информации об озере позволяет наиболее полно использовать экспериментальную информацию для экологического мониторинга озер. Связь этих двух блоков данных осуществляется математическими моделями. При этом показатели состояния фитопланктона являются индикаторами экологического здоровья водоемов [6].

Литература

1. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан.//МООС РК. РГП «Казгидромет» Департамент экологического мониторинга. 2010-2012гг.
2. Горюнова С. В., Демина Н.С. Водоросли продуценты токсических веществ, М., 1974.
3. Кирпенко Ю.А., Сиренко Л.А., Орловский В.М., Лукина Л.Ф. Токсины сине-зеленых водорослей и организм животного – Киев: Наукова думка, 1977. -С. 252.
4. Силкин В.А., Хайлов К.М. Биоэкологические механизмы управления в аквакультуре. Л.: Наука, 1988. 230 с.
5. Ризниченко Г. Ю., Рубин А. Б. Математические модели биологических продукционных процессов. М.: Изд-во МГУ, 1993. 301 с.
6. Jorgensen S.E. A eutrophication model for a lake // J. Ecol. Modelling. 1976. V. 2. P. 147-165.

УДК 553.3/4

А.Т. Канаев, Н.М. Мухабетов, З.К. Канаева, А. Мураталиева, А.К. Кемелбаева,
А. Мухамедсадыкова
Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

Оценка состояния микробоценозов золото-мышьяковистого месторождения Бакырчик

В статье рассматривается изучения физико-химического и микробиологического обследования проб шахтных вод горизонтов: 330, 290, 250, 210, 170, 130, 90, 50, 10 карьера №4 и №6.

Ә.Т. Қанаев, Н.М. Мұхабетов, З.Қ. Қанаева, А. Мұратәлиева, А.К. Кемелбаева, А. Мұхамедсадыкова

Бақыршық алтын-мышьяқ кен орнының микробоценоз жағдайын бағалау

Мақалада №4 және №6 кенішіне қарасты 330, 290, 250, 210, 170, 130, 90, 50, 10 горизонттардың шахта суларының физико-химиясы мен микробиологиясын зерттеу туралы қарастырылады.

A.T. Kanaev, N.M. Muhabetov, Z.K. Kanaeva, A. Muratalieva, A.K. Kemelbaeva, A. Muhamedsadykova

Assessment of microbocenoses gold-arsenic deposits Bakyrchik

In the article of physico-chemical and microbiological examination of samples of mine water horizons: 330, 290, 250, 210, 170, 130, 90, 50, 10 career № 4 and № 6 are studied.

Известно, что микроорганизмы сульфидных месторождений, участвующих в окислительных процессах, способствуют ускорению перехода металлов в растворимую форму. Поэтому изучение

микрофлоры месторождений и выявление их геохимической деятельности имеет практическое значение для извлечения металлов на месте добычи [1, 2].

В целях выяснения роли микроорганизмов в естественных окислительных процессах проводили микробиологическое обследование различных проб вод и руд Бакырчикского золото-мышьяковистого месторождения.

Материалы и методы

Изучение количественного и качественного состава микрофлоры исследуемых нами месторождений проводилось по общепринятым методикам. Подсчет количества микроорганизмов проводили методом предельных разведений испытуемых вод или болтушек на элективных средах в двух - трехкратных повторности. Грибы учитывались на среде Чапека-7, сапрофиты на мясопептонном агаре. Культуру бактерий *Acid.ferrooxidans* выращивали на среде 9К Сильвермана и Лундгрена. О развитии бактерий *Acid.ferrooxidans* судили по появлению бурой окраски среды, вызванной образованием трехвалентного железа в бактериальном растворе. На среде Ваксмана учет *T.thiooxidans* вели по появлению исчезающей мути и оседанию серы, по образованию пленки серы, подкислению среды и другим специфическим признакам.

Результаты и их обсуждение

Для проведения физико-химического и микробиологического обследования пробу шахтных вод отобрали из горизонтов: 330, 290, 250, 210, 170, 130, 90, 50, 10 карьера №4 и №6. Полученные данные физико-химических характеристик указывают на участках, достаточно широко проявленных в районе Бакырчикского месторождения рудопроявлений и зон рассеянной золото-сульфидной минерализации, трещинные воды за счет растворения окисляющихся сульфидов обогащаются сульфатами, подвижными формами мышьяка, железа, марганца, а также незначительными количествами меди, свинца, цинка, кадмия и других микроэлементов.

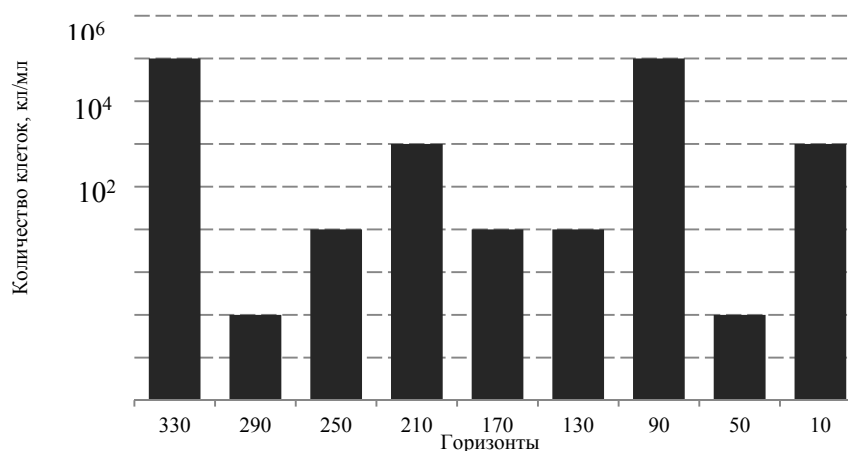


Рисунок 1 - Количество клеток аммонифицирующих бактерий в шахтных водах золото-мышьяковистого месторождения Бакырчик

Нами были изучены аммонифицирующие бактерии обследованных горизонтов. Минерализация трещинных вод может возрасти до 0,7-1 г/дм³ с переходом типа воды до сульфатного натриевого по ионному составу. В связи с малым количеством сульфидов в водовмещающих породах и ограниченностью участков развития зон рудной минерализации, в сравнении с общей площадью распространения водоносного горизонта, качество трещинных вод участка остается высоким. В период данного обследования воды горизонтов имели преимущественно нейтральную и слабощелочную реакцию (рН 7,5- 8,2). Результаты обследования показала, что отобранная шахтная вода горизонта 50 и 290 имеет слабокислую (рН 5,8) среду. При этом количество клеток аммонификаторов воды горизонтов 50 и 290 составляет 10¹ кл/мл. Такое малочисленность клеток видимо, связана с рН средой, которая по условиям формирования химического состава трещинные воды Бакырчикского рудника относятся к грунтовым водам зоны выщелачивания. Ионно-солевой состав шахтных вод горизонтов 90, 330 формируется за счет процессов растворения и

выщелачивания минеральной массы горных пород (продуктов гидролитического разложения силикатов, окисления сульфидов и углекислотного выветривания карбонатов). Вследствие интенсивного водообмена в водоносном горизонте формируются пресные маломинерализованные воды, гидрокарбонатные кальциево-натриевые по ионному составу, нейтральные или слабощелочные по величине рН с сухим остатком 0,2-0,4 г/дм³. Количество клеток аммонифицирующих бактерий при такой представленной водной среде горизонтов 90 и 330 доходит до 10⁴ кл/мл.

Количественный показатель бактериальной обсемененности шахтной воды горизонтов 130,170 и 250, представляющий собой число выросших на мясопептонном агаре колоний, аммонифицирующих бактерий приходящихся на 1 мл жидкости составляет 10² кл/мл (рис.5).

Как видно из рис.1, количество выросших на МПА аммонификаторов при 37°C за 48 ч в шахтных водах горизонтах 10 и 210 составляет всего 10³ кл/мл.

Таким образом, процесс *аммонификации* в шахтных водах горизонтов золото-мышьяковистого месторождения сопровождается подщелачиванием среды. В результате аминокислоты дезаминируются с образованием органических кислот (пирувата, ацетата и других интермедиатов ЦТК) и в таком виде входят в цикл Кребса для полного окисления и получения клеткой энергии.

Сухой остаток трещинных вод изменяется по площади и глубинам опробования от 0,2 до 0,6 г/дм³, жесткость от 2,1 до 5,3 мг-экв/дм³, водородный показатель рН - от 6,7 до 7,9. Химический состав вод гидрокарбонатный и гидрокарбонатно-сульфатный по анионам и кальциевый, кальциево-натриевый по катионам.

Содержание загрязняющих веществ группы азота (NO₂, NO₃, NH₄) намного ниже нормативных уровней, перманганатная окисляемость по O₂ низкая, железо общее большей частью не обнаружено или не превышает 0,25 мг/дм³. Микроэлементы (Cu, Pb, Zn, As, F и др.) содержатся в количествах намного меньше допустимых пределов.

Нами были изучены тионовые бактерии рода *Acid. ferrooxidans* золото-мышьяковистого месторождения Бакырчик, способные получать энергию за счёт окисления восстановленных соединений серы.

Анализируя данные о численности хемолитоавтотрофных бактерий *Acid. ferrooxidans* – основных показателей степени окислительно-восстановительных процессов, необходимо отметить, что они встречались в месторождении редко и в незначительных количествах.

Содержание *Acid. ferrooxidans* был отмечен в пробах шахтной воды горизонта 170, имеющих слабо кислую реакцию (рН 5,0 – 5,5), а численность клеток его достигала от 10 до 10³ на 1 мл воды. *Acid. ferrooxidans* встречается в рудничных водах горизонтах 210 и 290 до 10² клеток на 1 мл воды. Эти культуры в основном встречались в горизонте, где кислотность (рН) среды составляет 5,0-5,0.

Как видно из рис.2., в горизонтах 90 и 330 тионовые бактерий *Acid. ferrooxidans* не обнаружены, что видимо, связано с нейтральной реакцией шахтных вод и непродолжительным контактом руд с кислородом воздуха.

Таким образом, с глубиной горизонта количество *Acid. ferrooxidans* значительно уменьшается, а в образцах, где рН среды слабокислая, они обнаружены в небольших количествах. Присутствие в шахтных водах незначительного количества *Acid. ferrooxidans*, в связи с наличием в руде значительного количества углистого вещества, позволяет предположить об их участии в процессах превращения веществ на месторождении.

Итак, учет специфических (*Acid. ferrooxidans*) бактерий в различных водах и характеристика экологических условий их жизнедеятельности дают основание считать, что в месторождениях они выступают в качестве окислителей рудных минералов.

Распространение бактерий *T.thiooxidans* в природе зависит от наличия восстановленных соединений серы, используемых этими бактериями для хемоавтотрофного роста. Основная масса серы в природе связана с металлами в сульфатной и сульфидной форме, часть ее находится в виде самородных месторождений.

Были проведены микробиологические обследования шахтных вод Бакырчикского золото-мышьяковистого месторождения на выявления культуры бактерии *Thiobacillus thiooxidans*.

Микробиологическому обследованию подвергались горизонты 330, 290, 250, 210, 170, 130, 90, 50, 10 месторождения. Для анализа отобраны пробы из шахтных вод и рудного тела месторождения.

При обследовании горизонтов месторождения стоячие из вод и капелей были обнаружены лишь в небольшом количестве. Выяснилось, что температура горизонта с увеличением глубины горизонта снижается с 12 до 6,5⁰С, рН колеблется от 5,5 до 7,5.

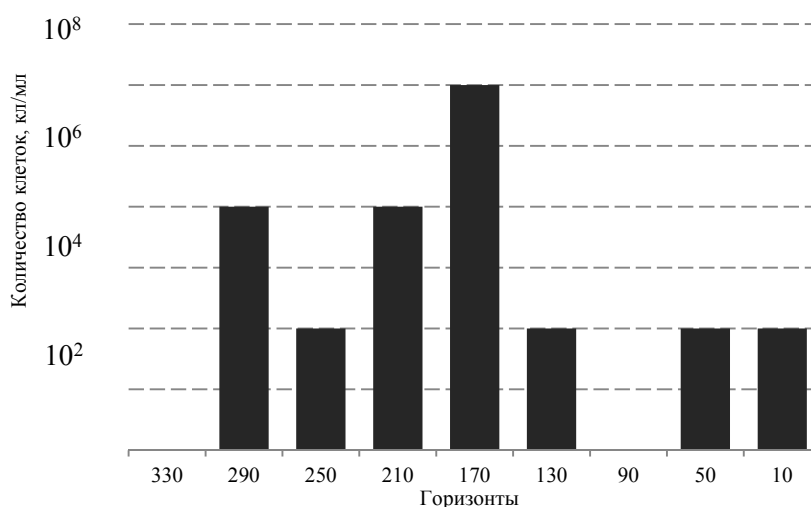


Рисунок 2 - Количество клеток бактерий *Acid. ferrooxidans* в шахтных водах золото-мышьяковистого месторождения Бакырчик

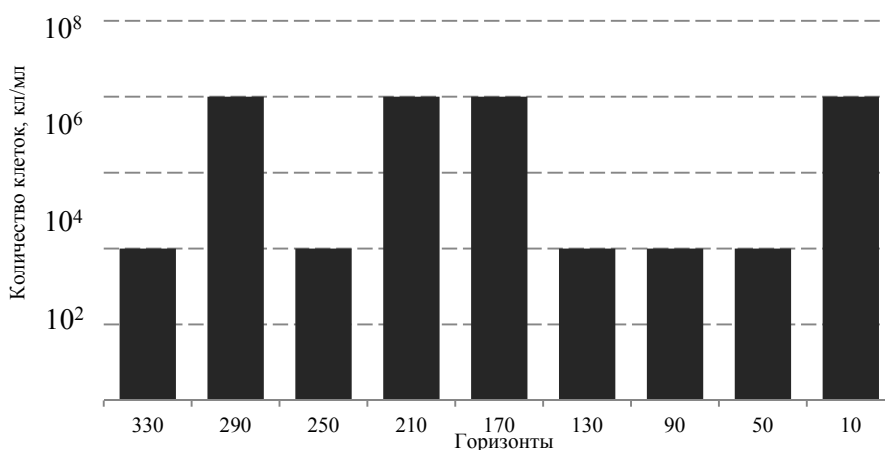


Рисунок 3 - Количество клеток бактерий *T. thiooxidans* в шахтных водах золото-мышьяковистого месторождения Бакырчик

Анализируя данные о численности бактерий *T. thiooxidans* – основных показателей степени окислительно-восстановительных процессов, необходимо отметить, что они встречались в месторождении редко и в незначительных количествах. Содержание *T. thiooxidans* был отмечен в пробах руды, имеющих слабокислую реакцию (рН 5,0-5,5), а численность клеток его достигала от 10¹ до 10² на 1 мл шахтной воды (рис.4). Численность сапрофитной микрофлоры изменялась от 10² до 10⁷ клеток на 1 мл шахтной воды. В пробах руды и шахтных вод, где реакция среды колебалась в пределах от рН 5,0 до 5,5, численность сапрофитных бактерий не превышала 10² клеток на 1 мл воды.

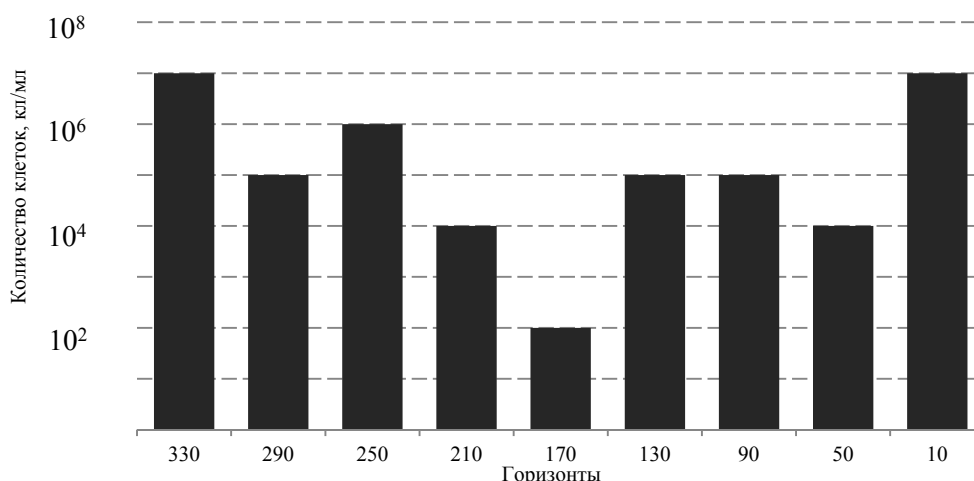


Рисунок 4 - Количество клеток сапрофитных бактерий в шахтных водах золото-мышьяковистого месторождения Бакырчик

Полученные в ходе исследований результаты могут быть применены при использовании технологии биовыщелачивания для извлечения золота из бедных руд. Преимуществом предлагаемого микробиологического способа вскрытия концентратов являются высокие технологические показатели и меньшая токсичность по сравнению с окислительным обжигом концентрата.

Литература

1 Каравайко Г.И., Росси Дж., Агате А., Грубев С., Авакян З.А. Биоготехнология металлов: Практическое руководство. ГКНТ, М., 1989.

2 Каравайко Г.И., Кузнецов С.И., Голомзик А.И. Роль микроорганизмов в выщелачивании металлов из руд. М.: Наука, 1972.

УДК 553.3/4

А.Т. Канаев, Н.М. Мухабетов, З.К. Канаева, А.Мураталиева, А.К. Кемелбаева,
А. Мухамедсадыкова

Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

Оценка состояния микробоценозов золото-мышьяковистого месторождения Большевик

В статье изучается микробоценоз сапрофитных, сероокисляющих и аммонифицирующих бактерий золото-мышьяковистого месторождения Большевик, где руда добывается карьерным способом.

Ә.Т. Қанаев, Н.М. Мұхабетов, З.Қ. Қанаева, А. Мұратәлиева, А.К. Кемелбаева, А. Мұхамедсадыкова

Большевик алтын-мышьяк кен орнының микробоценоз жағдайын бағалау

Мақалада карьер тәсілімен игерілетін Большевик алтын-мышьяк кен орнының сапрофитті, күкірт тотықтырғыш және аммонісіңіргіш бактериялардың микробоценозын зерттеу қарастырылады.

A.T. Kanaev, N.M. Muhabetov, Z.K. Kanaeva, A. Muratalieva, A.K. Kemelbaeva, A. Muhamedsadykova

Assessment of microbocenoses gold-arsenic deposits Bolshevik

In the article microbocenosis saprophytic, sulfur-oxidizing bacteria and ammonifying gold-arsenic deposits Bolshevik are studied. At this field ore mined open pit.

Проведенные рядом исследователей микробиологические обследования месторождений носили преимущественно эпизодический характер, без учета динамики развития бактериальных окислительных процессов. Известно, что интенсивность последних зависит не только от климатических факторов, но и от типа месторождений, так как природные ассоциации минералов определяют физико-химическую обстановку среды обитания микроорганизмов. Золотоносные