

## ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ БАКТЕРИАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ СУЛФИДНЫХ РУД

Журакулова Ф.Ч. Email: Jurakulova689@scientifictext.ru

*Журакулова Феруза Чориевна - ассистент,  
кафедра химической технологии,  
Алмалыкский филиал*

*Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова,  
г. Алмалык, Республика Узбекистан*

**Анотация:** в данной статье приведены материалы изучения процесса окисления сульфидных минералов с помощью бактерий. В процессе наблюдалось окисление сульфидных минералов со стороны бактерий повышение концентрации катионов и анионов под влиянием сильного окислителя, трёхвалентного железа. В настоящее время созданы не только научные основы процесса, но и разработаны, испытаны и действуют промышленные установки процесса бактериального выщелачивания. При этом десорбция золота усложняется и качество выхода продукции понижается. Поэтому мы приводим вероятные пути решения этих проблем.

**Ключевые слова:** биотехнология, золото, сульфид, концентрат, минерал, раствор сульфата, окислитель, катионы, анионы, расщипление, биокек, мезофил, микрофлора, биоокисление, реактор, ферментер, циан- ионы, роданид, сорбция.

## WAYS TO SOLVE THE PROBLEMS OF BACTERIAL OXIDATION OF SULFIDE ORES

Jurakulova F.Ch.

*Jurakulova Firuza Chorievna - Assistant,  
DEPARTMENT OF CHEMICAL TECHNOLOGY,  
ALMALYK BRANCH*

*TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER ISLAM KARIMOV,  
ALMALYK, REPUBLIC OF UZBEKISTAN*

**Abstract:** this article presents materials for studying the process of oxidation of sulfide minerals using bacteria. During the process, there was observed the oxidation of sulfide minerals by bacteria, an increase in the concentration of cations and anions under the influence of a strong oxidizer, trivalent iron. At present, not only the scientific basis of the process has been created, but also industrial installations for the bacterial leaching process have been developed, tested and operated. At the same time, the desorption of gold becomes more complicated and the quality of output decreases. Therefore, we present possible solutions to these problems.

**Keywords:** biotechnology, gold, sulfide, concentrate, mineral, sulfate solution, oxidizer, cations, anions, cleavage, biokek, mesophil, microflora, bio-oxidation, reactor, fermenter, cyanide ions, rodanide, sorption.

Научными трудами крупнейших отечественных и зарубежных микробиологов показана огромная роль бактерий в геохимических процессах образования и разрушения месторождений серы, сульфидных, железных, марганцевых и других руд.

Биотехнология, как наука о роли микроорганизмов в круговороте химических элементов в биосфере из чисто теоретической превратилась в технологическую, с большим теоретическим фундаментом. Это произошло благодаря тому, что микробиологические процессы, которые происходят в месторождениях полезных ископаемых, идут настолько интенсивно, что могут направленно использоваться в практических целях.

Биотехнология занимается не только бактериальным выщелачиванием металлов из твердых минеральных субстратов, но и выделением их из промышленных растворов и сточных вод. Особая ценность большинства процессов биотехнологии металлов заключается в минимальном воздействии на окружающую среду или полностью исключаяющей ее загрязнение.

Использование микроорганизмов в различных отраслях современной промышленности находит всё большее применение. Многие микроорганизмы активно участвуют в формировании ресурсов п.и. в недрах земли, на дне морей и океанов, где обнаружены большие залежи железа, марганца, меди, никеля, кобальта и другие. Бактерии способствуют также выщелачиванию и извлечению этих и других металлов из руд, принося человечеству большую пользу.

В настоящее время Узбекистане во многих отраслях производства развиваются биотехнологические методы получения продукции. Таким методам относится переработка золотосодержащих сульфидных концентратов [1].

В присутствии бактерий сульфидные минералы окисляются, также многие элементы переходят в слабый сульфатный раствор. Кроме этого процесс окисления приводит к тому, что неперешедшие в раствор элементы претерпевают некоторое изменения, их валентность не изменяется и реакционная способность повышается. Так что показатель сульфид-серы показывает не состав качества, а общее количество серосодержащих веществ востановившихся серы и сульфида [2]. Присутствие таких соединений в твёрдой фазе серы мало влияет на бактериальное раскрытие сульфидов и значительно влияет к следующим этапам технологии [3].

При бактериальном выщелачивании золотомышыяковых концентратов микроорганизмы, находящиеся в жидкой фазе пульпы, т.е. “свободно плавающие”, потребляют не более 1% от общего количества поглощаемого пульпой кислорода.

Это объясняется тем, что концентрация закисного железа, являющегося субстратом для бактерий, которых в жидкой фазе пульпы содержится  $10^8 - 10^9$  кл/мл, составляет лишь 5% от общего количества железа, в то время как содержание окисного железа доходит до 10 - 15 г/л. Поэтому потребление кислорода жидкой фазой пульпы связано с бактериальным окислением закисного железа, перешедшего в раствор в результате химического взаимодействия сульфата окиси железа с поверхностью сульфидных минералов. Эти бактерии являются потенциально активными и способны принимать участие в окислении при наличии окисляемого субстрата.

#### **Вероятные пути решения проблем:**

1. В отделении биоокисления для полного окисления сульфида серы существуют несколько методов:  
а) при помощи дополнительного этапа для продления времени процесса, т.е. добавления одного реактора.

б) в отдельном ферментере, в среде без участия железа насаждение дополнительного количества активных окислительных бактерий в последнем этапе.

в) Проведение процесса окисления сульфидов при 28-38°C с отделением кека от раствора.

г) С помощью мезофил микрофлора при соотношении Т:Ж = 1: 1,5 окисление воздушной азрацией.

2. Чистая промывка бактериального кека и репульпация твёрдой фазы с последующей фильтрацией под вакуумом или пресс-фильтре.

3. Дополнительное окисление очищенного бактериологического кека и восстановленного количество серы перед цианированием. Для этого можно использовать следующие методы:

а) С помощью кислорода воздуха повышение, показателя рН до 8 и перемешивание пульпы с воздухом с помощью щелочных растворов корректирование рН.

б) добавление вместе с воздухом химических окислителей, например пероксид водорода или соединения марганца.

в) добавление в процесс бактериального окисления тионовых бактерий или их ассоциаций малощелочных условиях серосодержащих соединений.

Предусмотрено используя все методы после окисления серосодержащих соединений, дополнительно очищать кек водой.

#### **Экспериментальная часть**

Анализ термодинамического состояния пирита, арсенипирита и пирротина в условиях бактериального выщелачивания, а также электрохимические изменения подтвердили, что микроорганизмы при БВ непосредственно окисляют элементы кристаллической решетки сульфидных минералов благодаря биокаталитическим свойствам их ферментов. В области активного бактериального окисления и выщелачивания сульфидных минералов они термодинамически неустойчивы и обладают достаточным запасом свободной энергии, необходимой для обеспечения жизнедеятельности микроорганизмов *A.ferrooxidans*, которые принимают участие в реакциях с тепловым эффектом не менее 12 ккал.

#### **Список литературы / References**

1. *Ахмедов Х., Мустакимов О.М., Хасанов А.С., Хабибуллаева Г.Р.* Изучение вещественного состава кека биокс и продуктов его переработки. Материалы Республиканской научно-технической конференции, 2011. С. 116.
2. *Степанов В.А.* Инновации в сорбционном выщелачивании золота в пульпе. Ташкент. Изд-во «Фан». Академия наук Респ. Узбекистан, 2007. С. 35.
3. *Меретуков М.А.* Золото: химия, минералогия, металлургия. Москва. Издат. Дом «Руда и Металлы», 2008. С. 306.