

## **О НОВОМ ЭФФЕКТИВНОМ «ПОДХОДЕ» К ПРОБЛЕМЕ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД**

**Прокопьев И.В.,**

**научный руководитель канд. техн. наук Алгебраистова Н. К.**

***ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Россия***

Одним из важных экономических показателей любой современной страны является производство и потребление цветных металлов, таких как медь, свинец, цинк, олово, никель, алюминий, титан. Основным источником цветных металлов являются сульфидные руды. Поэтому исследования в области обогащения сульфидных руд не теряют своей актуальности.

Целью наших исследований является разработка нового эффективного «подхода» к проблеме обогащения полиметаллической руды Горевского месторождения.

Исследуемая руда, в целом, относится к пирротин-сфалерит-галенитовому минеральному типу с явным преобладанием свинца над цинком в соотношении 4:1. Свинцоводержащим минералом является галенит, а также свинец незначительно присутствует в форме церуссита, англезита и плюмбоярозита. Цинк в руде находится в форме сфалерита. Нерудные минералы представлены кварцем, доломитом, кальцитом и в меньшем количестве – хлоритом и серицитом.

Известно, что применение углеводородных масел в качестве добавок к гетерополярным собирателям позволяет повысить технологические показатели обогащения. Поэтому, нами были проведены исследования с целью определения оптимального расхода машинного масла, обеспечивающего минимальные потери металлов при коллективной флотации свинцово-цинковой руды.

Были проведены опыты с различными расходами машинного масла: 0, 32,5, 65, 97,5, 130 и 162,5 г/т.

Результаты исследований показали, что применение аполярных собирателей в качестве добавок при коллективной флотации позволяют повысить суммарное извлечение до 190,4% при содержании свинца и цинка в концентрате 7,57% и 12,46% соответственно.

При применении коллективных схем флотации возникает проблема подготовки коллективного концентрата к последующему разделению. Практика обогащения полезных ископаемых свидетельствует о том, что десорбция остаточных реагентов с поверхности минеральных частиц является ответственной технологической операцией перед селекцией, так как от его эффективности зависят дальнейшие технологические показатели.

Десорбция остаточных реагентов с поверхности минералов в настоящее время осуществляется различными способами, имеющие свои преимущества и недостатки. В последнее время все более интенсивно исследуются и внедряются в практику методы с применением различных свойств бактерий для интенсификации процессов обогащения, в том числе, для десорбции реагентов. Это обусловлено тем, что биотехнологические способы являются экологически безопасными, низкочувствительными, пригодными для переработки труднообогатимых бедных и забалансовых руд и сырья техногенного происхождения, а также дают возможность повысить качество очистки сточных вод.

Для технологических исследований в лабораторных условиях был проведен отбор штаммов микроорганизмов (бактерий) по способности к росту на дизельном

топливе. Источником выделения требуемых микроорганизмов служили коллекция микроорганизмов, хранящихся в Международном научном центре (МНЦИЭСО) при Президиуме КНЦ СО РАН, и аборигенная (автохтонная) микрофлора из мест загрязненных нефтепродуктами (содержащих тяжелые фракции углеводородов нефти). В качестве единственного источника углерода использовался гексадекан.

Все выделенные культуры бактерий вносили в жидкую питательную среду, содержащую необходимые минеральные добавки и дизельное топливо. Колбы для культивирования помещали на термостатируемую качалку и выращивали при температуре 30 °С в течение 10 дней. Состав питательной среды выбирали с учетом рекомендаций по выделению углеводородокисляющих микроорганизмов.

Рост микроорганизмов контролировалась и фиксировалась микрофотографиями (Рис. 1) посредством наблюдений за живой культурой при микроскопировании отобранных проб на световом микроскопе Olimpus B43 с увеличением  $\times 630$ . Наблюдения за живой культурой показали, что бактериальные клетки растут непосредственно в каплях дизельного топлива. Это свидетельствует о том, поверхность клеток бактерий, взаимодействующих с дизельным топливом, гидрофобна.

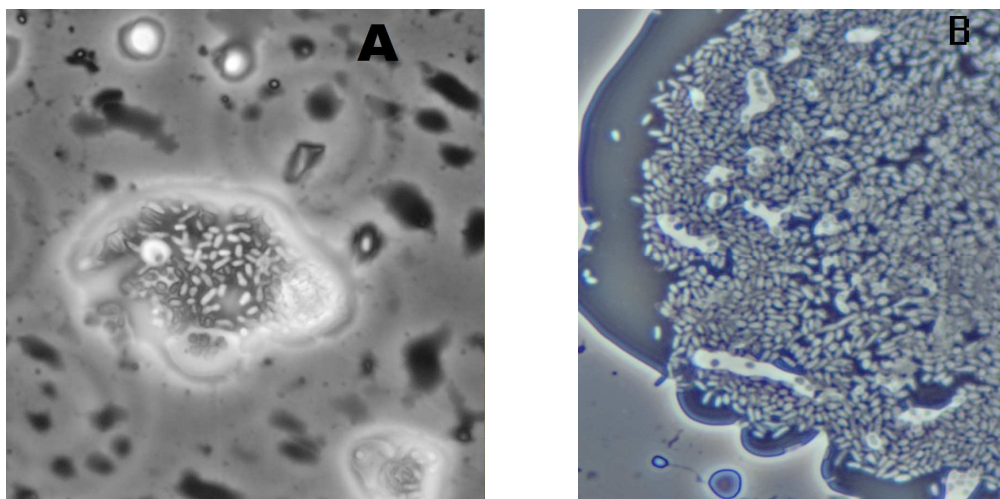


Рис. 1 Рост бактерий на среде с дизельным топливом (А - через 2 суток, В - 12 суток культивирования).

При разложении аполярных реагентов микроорганизмы синтезируют и выделяют в среду поверхностно-активные вещества (биосурфактанты), которые характеризуются легкой биodeградебельностью, а также не загрязняют окружающую среду. Исследования Ron E.Z. и Van Dyke M.I. показали, что биосурфактанты способны удалять до 25-70% и 40-80% углеводородов из загрязненной супеси и суглинков, соответственно [1, 2].

Эмульгирующую активность выделенных штаммов определялась методом Купера [1]. В качестве гидрофобной фазы при тестировании бактерий использовался дизельное топливо Л – 0,05 – 62, класс 3 (ГОСТ 305 – 82). Для опытов культуральные жидкости бактерий с различными объемами (0, 1, 2, 3, 4 и 5 мл) смешивались в пробирках с дизельным топливом (2 мл) и с дистиллированной водой, при этом расход воды варьировалась с таким учетом, чтобы в каждой пробирке был одинаковый объем смеси. Полученные смеси энергично встряхивались в течение 2 минут. Результаты опытов

фиксируются посредством фотографирования через определенные промежутки времени. В ходе наблюдений было зафиксировано образование промежуточного слоя (эмульсии) на границе фаз в пробирках с бактериальной жидкостью, а образование эмульсии отсутствовало в пробирках без бактериальной жидкости. Наличие промежуточного слоя свидетельствует о выделении биосурфактантов при росте бактерий на дизельном топливе. Также, в ходе испытаний, было отмечено, что с повышением расхода бактериальной жидкости, высота эмульсии увеличивается.

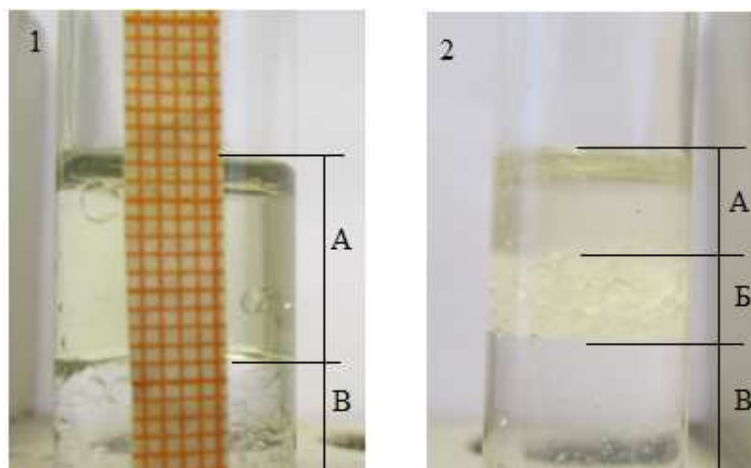


Рис. 2 Образование эмульсии на среде с дизельным топливом: зона А – дизельное топливо; зона Б – промежуточный слой; зона В – водная фаза (1 – без микроорганизмов, 2 – с микроорганизмами).

Из результатов исследований Пирогова Т.П. и Шевчука Т.А. известно, что образование биосурфактантов в определенной степени зависит от условий культивирования штаммов продуцентов в частности, подбора питательной среды и источника углерода. Ряд исследований показали, что эмульгаторы могут быть образованы при культивировании бактериальных штаммов, как на гидрофобных, так и на гидрофильных субстратах, но концентрация биосурфактантов при использовании водонерастворимого субстрата значительно выше. Цитируемые и другие работы свидетельствуют о том, что скорость и интенсивность биодegradации (удаления) можно контролировать технологически доступными методами.

Исходя из лабораторных исследований, основанных на методе Купера, сделан вывод о целесообразности исследований с целью определения возможности и применения бактерий для удаления аполярных углеводов, используемых в качестве флотореагентов.

Было выполнено серии опытов: на расход бактериальной культуры, а также на время контактирования культуры с коллективным концентратом (0, 1, 12, 24, 48 часов).

Результаты опытов показали, что с увеличением времени контактирования и расхода культуры, суммарное извлечение ценных компонентов в хвосты возрастает. При увеличении времени контактирования до 48 часов, суммарное извлечение металлов в камерный продукт увеличивается с 37,4% до 133,9%. Увеличения расхода культуры с 0 мл до 25 мл, приводит к увеличению извлечения в камерный продукт на ~62%.

Полученные результаты указывают на значительное влияние бактериальной культуры на технологические показатели обогащения, что свидетельствует о

перспективности дальнейших исследований с использованием микроорганизмов в области деградации остаточных реагентов на поверхности коллективных концентратов.

Список литературы

1. Cooper D.G., Zajic J.E. Surface active compounds from microorganisms. // Adv. Appl. Microbiol. 1980. V. 26. P. 229-253.
2. Ron, E.Z., Rozenberg E. Natural role of biosurfactants // Environ. Microbiol. 2001. V. 3. P. 229—236.