

МИКРОБНЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Минск, 2015

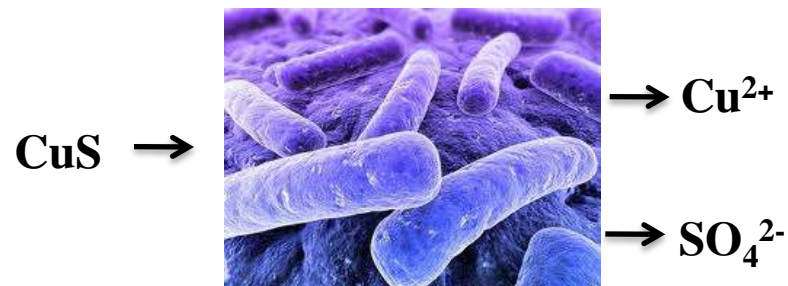
Актуальность

- **Истощение богатых месторождений и рост доли трудно извлекаемых запасов, высокая себестоимость добычи и обработки требуют разработки новых эффективных, экономически выгодных методов добычи ценных металлов.**
- **В этом аспекте широкое применение находит инновационная биогидрометаллургия – био-выщелачивание ценных металлов с помощью хемолитотрофных микроорганизмов.**
- **Опыт лидеров в этой области Чили, Австралии, Канады показывает, что данный метод является очень перспективным, позволяющий извлекать ценные вещества металлы более дешево по сравнению с другими методами.**

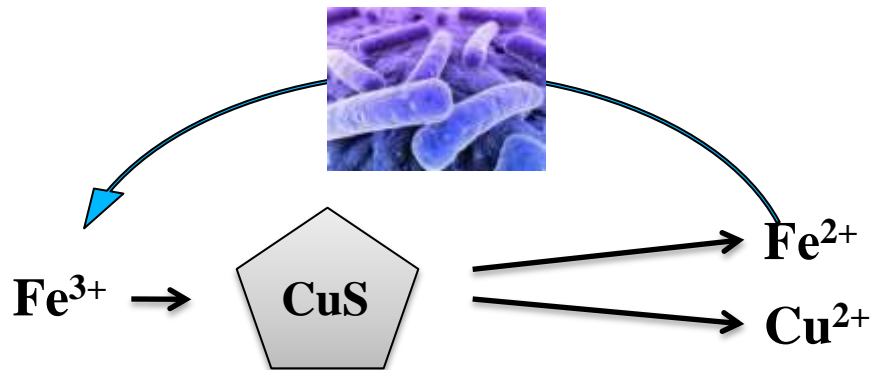


Механизм биовыщелачивания меди

Прямой механизм – непосредственное окисление сульфидов с переводом металла в раствор и образованием серной кислоты:

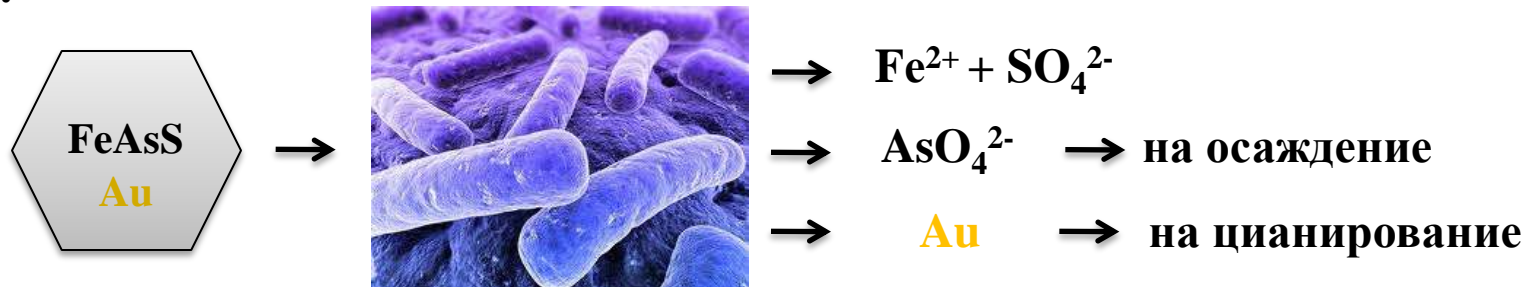


Непрямой механизм – не прямое выщелачивание через образование активного окислителя ионов Fe^{3+} :

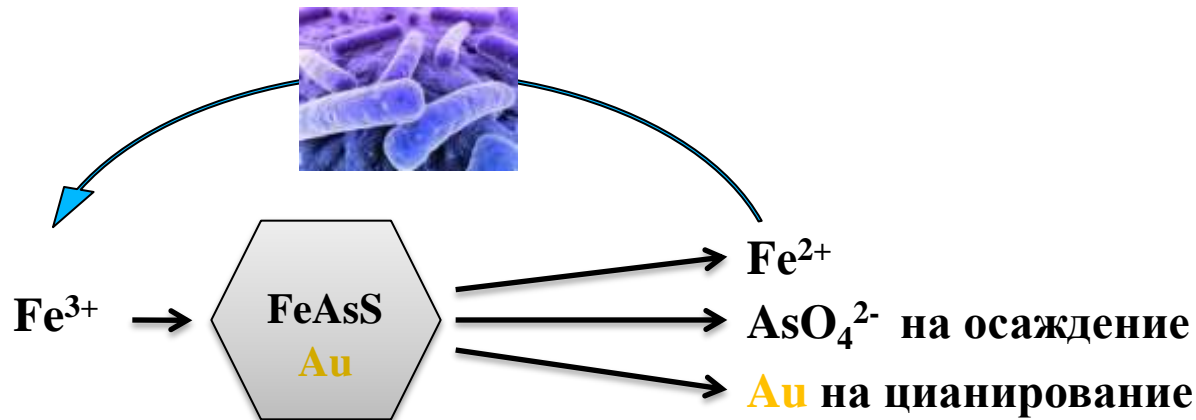


Механизм биоокисления упорных мышьяк содержащих золотых концентратов

Прямой механизм – непосредственное окисление сульфидов с образованием серной кислоты, переводом мышьяка в раствор и высвобождением свободного золота:



Непрямой механизм – не прямое выщелачивание через образование активного окислителя ионов Fe^{3+} :



Бактериальное выщелачивание меди (наши партнёры)

- **ТОО «Kazcopper»** – предприятие по добыче и переработке медных руд на месторождении Бенкала в Актюбинской области. Данное месторождение обрабатывается традиционной технологией сернокислотного кучного выщелачивания.

Проблематика:

- ✓ Увеличение доли упорных халькозиновых руд, не поддающихся сернокислотному выщелачиванию.

- **ТОО «Корпорация Казахмыс»** – крупнейший производитель меди в Казахстане и один из лидирующих в мире.

Проблематика:

- ✓ Накоплено порядка 155 млн. тонн техногенных отвалов, содержащих 1,9 млн. тонн меди на сумму 9,8 млрд. долларов США.
- ✓ Шахта Западный Портал: в результате многочисленных обвалов шахтных выработок в глубине шахты недоступны около 40 млн. тонн сульфидной руды содержащих, 320 тыс. тонн меди на сумму 1,6 млрд. долларов США.



Выделение активных микроорганизмов

- Из медных месторождений Бенкала и Анненское выделены микроорганизмы, активно окисляющие сульфиды меди в различных интервалах температур:

10-25 °С – психротолерантные

- Acidithiobacillus ferrivorans* SU-8 (депонирован под номером В-RKM-0644);

25-35 °С – мезофильные

- Acidithiobacillus thiooxidans* BS (В-RKM-0643),
- Acidithiobacillus ferrooxidans* FT-22 (В-RKM-0627),
- Acidithiobacillus ferrooxidans* FT-23 (В-RKM-0628);

40-50 оС – умеренно-термофильные

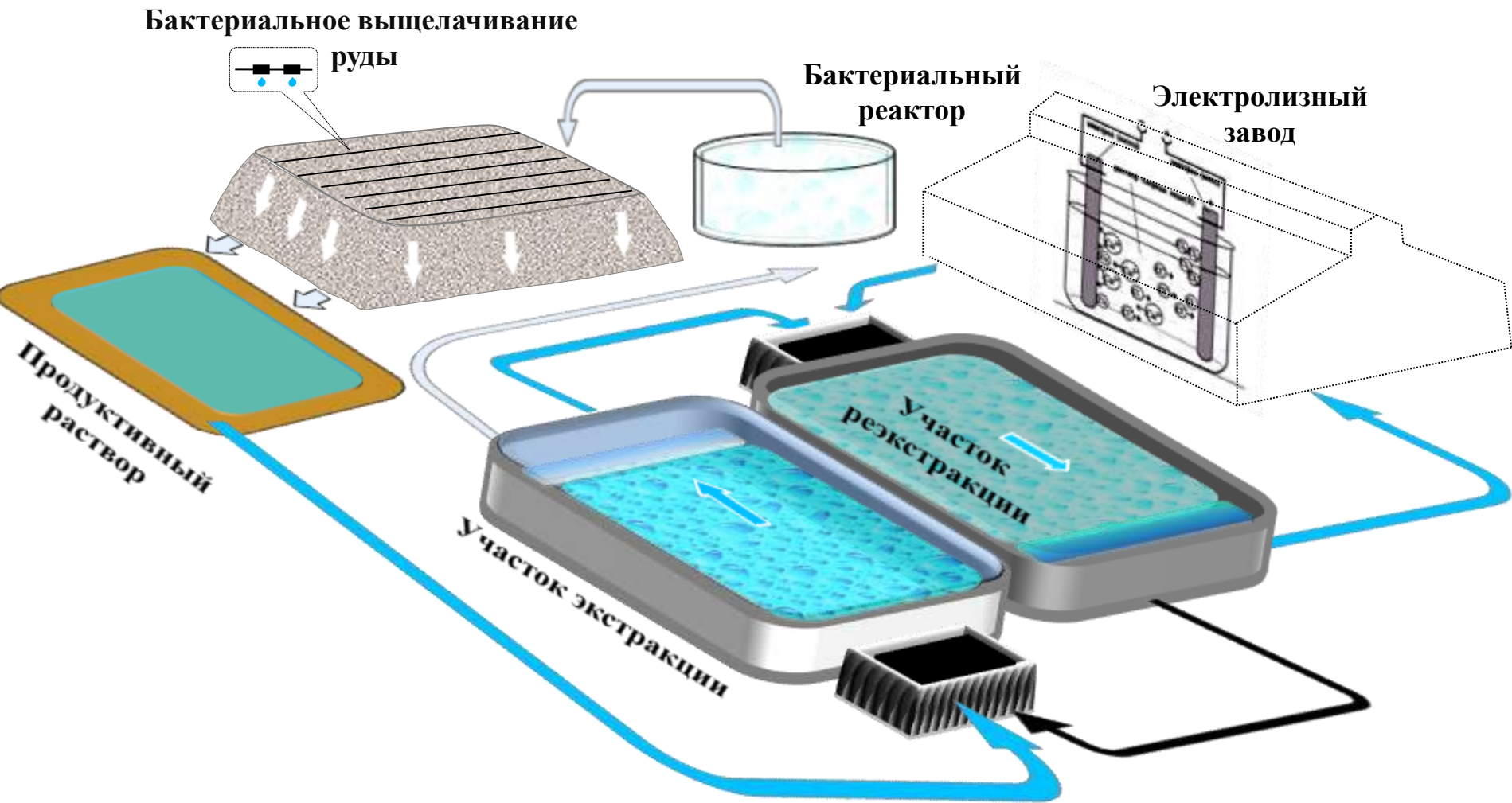
- Sulfobacillus thermosulfidooxidans* ST-12 (В-RKM-0642).

Штаммы депонированы в Депозитории РГП «Республиканская коллекция микроорганизмов» КН МОН РК» г. Астан

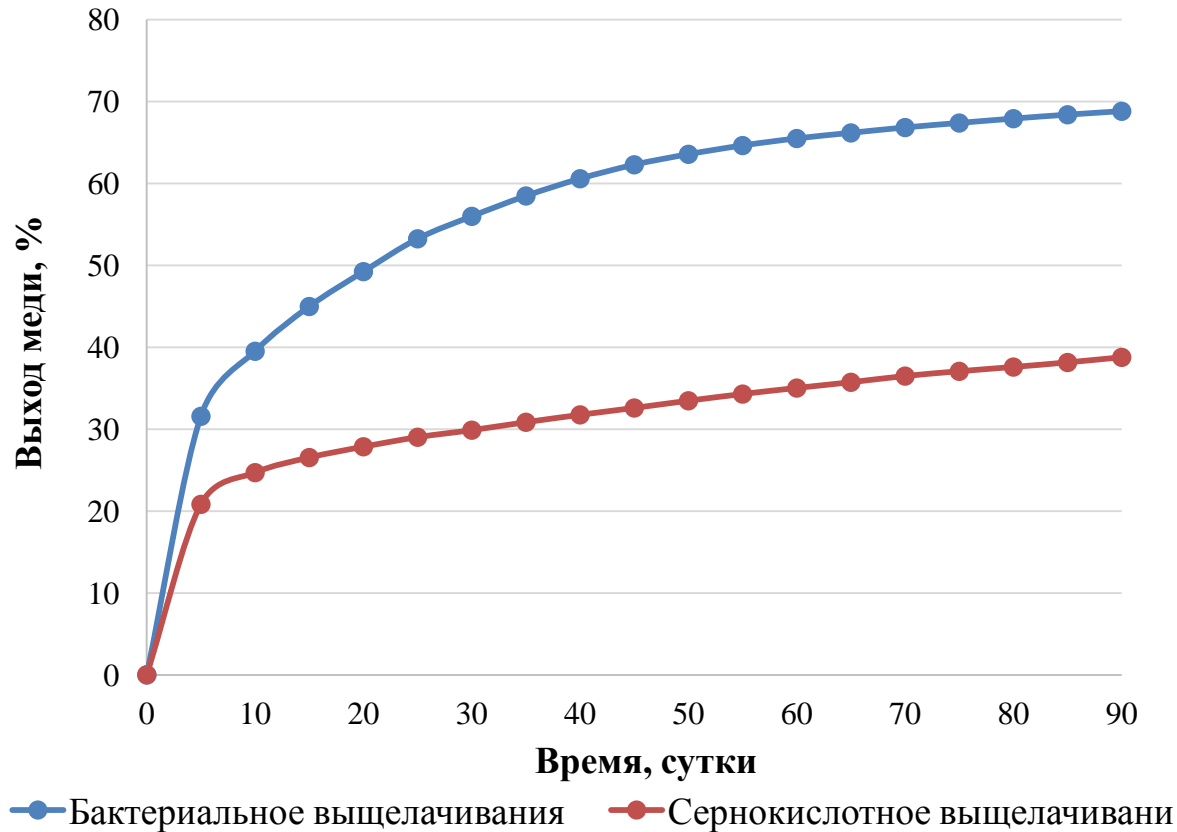
- Разработан консорциум микроорганизмов, активно выщелачивающий медные сульфидные минералы
- Подана заявка на инновационный патент - Консорциум микроорганизмов *Acidithiobacillus ferrivorans*, *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Acidithiobacillus thiooxidans*, *Sulfobacillus thermosulfidooxidans* для биовыщелачивания цветных металлов из сульфидных руд 19.09.2014, регист. номер 2014/1226.1



Разработана схема бактериальной технологии кучного выщелачивания меди



Испытания кучного бактериального выщелачивания на примере месторождения Бенкала



Применение разработанного консорциума и двухстадийной технологии бактериального выщелачивания позволило извлечь за 90 суток 70% меди по сравнению с 38% при стандартном сернокислотном выщелачивании. Расход серной кислоты снижен на 40%.

Результаты

В настоящее время проводится внедрение технологии бактериального выщелачивания меди из халькозиновых руд на месторождении Бенкала ТОО «Kazcorper».

Разрабатываются регламенты технологии кучного бактериального выщелачивания меди для рудников ТОО «Корпорация Казахмыс»:

- Северный Карашошак**
- Анненский Запад**
- Больничный**
- Клубный**

Получен один патент РК и поданы две заявки.



Биоокисление упорных золотых концентратов (наши партнёры)

- **АО «ГМК Казахалтын»** занимается добычей и переработкой золотосодержащих руд.

Проблематика:

- ✓ Высокое содержание мышьяка в золотых концентратах рудника Бестобе, препятствующего использованию традиционных способов переработки (пирометаллургия). Предприятие вынуждено отправлять концентрат на переработку в Россию.

- **ТОО «Корпорация Казахмыс»** – крупнейший производитель меди в Казахстане и один из лидирующих в мире.

Проблематика:

- ✓ Рудник простаивает 8 лет - отсутствие рентабельной технологии переработки золото-мышьяк-кобальтовой руды шахты Саяк-4.



Выделение активных микроорганизмов

- Выделены активные хемолитотрофные микроорганизмы, обладающие повышенной устойчивостью к мышьяку, из рудного материала золотоносных месторождений Бестобе и Саяк-4, характеризующихся высоким содержанием мышьяка.
- *Sulfobacillus thermosulfidooxidans* OT-1 – В-732;
- *Sulfobacillus thermosulfidooxidans* ST-12 – В-733;
- *Acidithiobacillus ferrooxidans* AF-2 – В-738;
- *Acidithiobacillus thiooxidans* AS-1 – В-734.

Штаммы депонированы в ТОО КазНИИППП г. Алматы



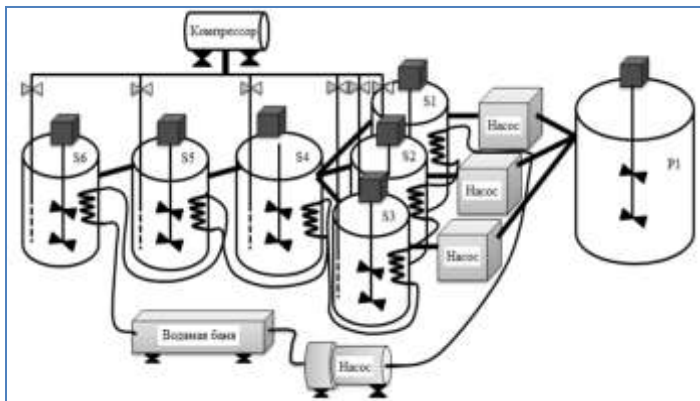
- Проведена адаптация на устойчивость к повышенному содержанию мышьяка:

Штамм	Устойчивость к мышьяку, г/л	
	До адаптации	После адаптации
<i>Sulfobacillus thermosulfidooxidans</i> OT-1	0,5	11,0
<i>Sulfobacillus thermosulfidooxidans</i> ST-12	1,0	10,5
<i>Acidithiobacillus ferrooxidans</i> AF-2	1,5	10,0
<i>Acidithiobacillus thiooxidans</i> AS-1	1,5	10,0

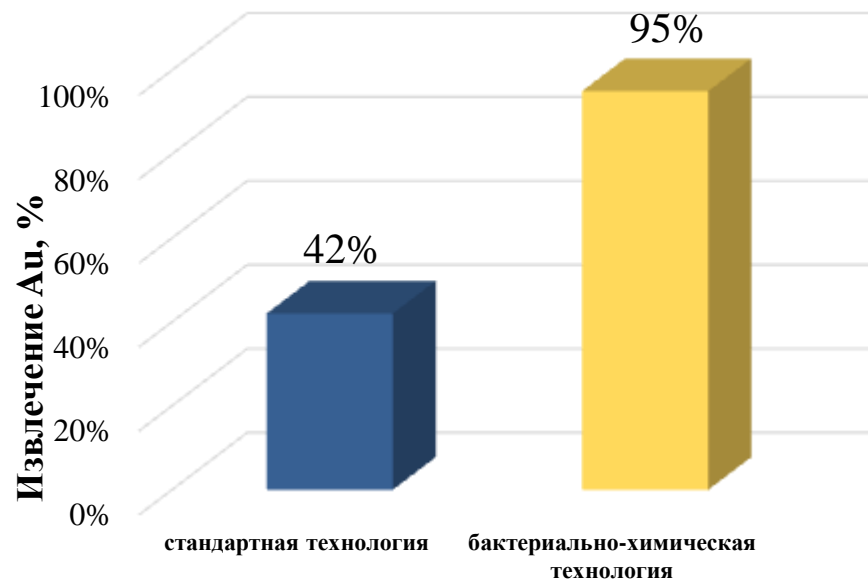
Достигнутая в результате селекции устойчивость микроорганизмов к мышьяку отвечала необходимым технологическим требованиям для разработки технологии биоокисления арсенопиритных концентратов.

Испытания бактериального окисления упорных золотых концентратов

- Разработана технологическая схема чанового бактериального окисления упорного золотосодержащего арсенопиритного концентрата месторождения Бестобе.



- Результаты испытаний:
 - степень деарсенизации концентрата составила 90%;
 - выход золота при цианировании составил 95%, что на 53% выше по сравнению с прямым цианированием.



Результаты

- **На базе обогатительной фабрики Бестобе АО «ГМК Казахалтын» проводятся пилотные промышленные испытания технологии чанового биоокисления арсенопиритного концентрата на установке с объемом реакторов 1,5 м³**
- **Поданы две заявки на инновационные патенты**

Благодарю за внимание!