

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

УДК 622.27

На правах рукописи

ТОҚТАРҰЛЫ БАҚЫТЖАН
**Интенсификация подземно-скважинного выщелачивание урана с
применением различных реагентов**

8D07203 – «Горная Инженерия»

АННОТАЦИЯ

Научные консультанты
Абен Е.Х., к.т.н.,
ассоциированный
профессор Satbayev
University

Оника С.Г., д.т.н.,
профессор, зав.кафедрой
Белорусского
Государственного
технического
университета

Республика Казахстан
Алматы, 2023

Введение

Республика Казахстан занимает второе место в мире по запасам урана, и почти 3/4 всех запасов этого элемента поддаются разработке методом подземного скважинного выщелачивания. Особенность месторождений урана в Казахстане заключается в их расположении близ региональных зон пластового окисления. Этот вид месторождений не является распространённым в мире, и поэтому подвергается разработке наиболее передовым, относительно бюджетным и экологически чистым способом подземного скважинного выщелачивания [1,2]. Согласно этой технологии, руда остаётся на месте залегания, где через неё проходят жидкости для выщелачивания минералов из руды. Таким образом, практически полностью сохраняется целостность почвенного покрова, не образуются хвостов и пустой породы. Сравнивая с привычным методом добычи минеральных ресурсов, подземное выщелачивание уменьшает краткосрочное и долгосрочное негативное влияние на население, а также значительно понижает уровень радиоактивности, образуя минимальное количество радиоактивных отходов.

Себестоимость добычи способом подземного выщелачивания через скважины в 2,5-3 раза ниже подземного горными выработками, а коэффициент извлечения при подземном выщелачивании изменяется от 49% до 88%, составляя в среднем 65%, поэтому данный метод остается наиболее перспективным.

На сегодняшний день, к разработке стали привлекать участки месторождений с не благоприятными горно-геологическими условиями, такими как: низкий коэффициент фильтрации, бедное содержание урана в руде, глинистость, недостаток трёхвалентного железа в структуре пластовых вод и в горнорудной массе. В итоге, извлечение урана из разрабатываемых участков составляет около 50% при содержании серной кислоты в выщелачивающих растворах 10-15 г/л.

Как показывает практика выщелачивания урановых руд, на стадиях закисления горнорудной массы в продуктивных растворах наблюдается повышение содержание полезного компонента вместе с увеличением остаточной кислотности. Когда процесс переходит в стадию активного выщелачивания, заметен пик содержания урана в растворе, а затем происходит резкое снижение. Свидетельствуется это тем, что к этому моменту химически активный шестивалентный уран практически полностью переходит в раствор и в рудах остается четырехвалентный уран, который более упорен к действию серной кислоты.

Для ускорения процесса выщелачивания существуют два дополнительных требования: равномерная закачка при общем соблюдении баланса и незначительное отклонение забоев скважин от проектных положений (в пределах 1 - 2 м). Несоблюдение этих требований усложняет интерпретацию данных контрольного бурения и снижает точность выполняемых расчетов.

Для сокращения времени работы полигона до достижения требуемой степени извлечения (85-90%) можно уменьшить расстояние между закачными и откачной скважинами или увеличить их производительность. В обоих случаях имеются чисто технические трудности. Так, на глубинах 400 - 700 м в настоящее время практически невозможно пробурить скважины без отклонения фильтра на 3-5 м от проектного положения. Поэтому минимально допустимым расстоянием между откачной и закачными скважинами следует считать 20 - 35 м в соответствии с различной глубиной бурения. Значительно увеличить производительность скважин также невозможно, так как помимо технической сложности и роста затрат на их сооружение определяющим фактором являются фильтрационные свойства продуктивного горизонта.

Ориентировочно время работы полигонов, не имеющих центральной ячейки, до достижения требуемого извлечения, согласно расчету, составляет около 3-лет, а с учетом снижения дебитов скважин в результате кольматационных явлений – 4 - 5 лет.

Поэтому, одним из путей интенсификации процесса выщелачивания при подземном скважинном выщелачивании урана является применения различных окислителей.

Цель работы- повышение эффективности подземно-скважинного выщелачивание урана с применением различных реагентов

Идея работы заключается в повышении содержания урана в продуктивном растворе с насыщением выщелачивающего раствора кислородом из воздуха с применением специального инжектора-трубки Вентури.

Задачами исследования являются:

- изучение геологических особенностей и анализ применяемой технологии ПСВ урана на месторождения «Центральный Мынкудук»;
- разработка технологии насыщения выщелачивающего раствора кислородом из воздуха;
- проведение исследований по установлению влияния скорости потока и объема выщелачивающего раствора на концентрацию кислорода в растворе;
- лабораторные исследования влияния насыщения выщелачивающего раствора на показатели подземного скважинного выщелачивания;
- обработка результатов исследования и выдача рекомендации.

Научная новизна:

- предложена технология всаса воздуха и насыщения выщелачивающего раствора кислородом с помощью инжектора-трубки Вентури, отличающиеся созданием внутри инжектора участков с разными давлениями раствора, что повышает перевод кислорода из газообразного состояния в жидкую фазу;

- получены зависимости концентрации кислорода в растворе от скорости и объема выщелачивающего раствора, что позволит установить максимально возможную концентрацию кислорода в растворе при различных объемах подаваемого раствора в производственных условиях;

- получены зависимости концентрации двух-трехвалентного железа и содержания урана в продуктивном растворе от времени выщелачивания и расстояния транспортировки выщелачивающего раствора после насыщения ее кислородом.

Научные положения, выносимые на защиту:

- применение специального инжектора-трубки Вентури позволить повысить концентрацию кислорода в выщелачивающем растворе и содержание урана в продуктивном растворе за счет изменения давления выщелачивающего раствора при ее прохождении через суженную и расширенную участки инжектора.

- концентрации кислорода в выщелачивающем растворе зависит от скорости и объема подаваемого выщелачивающего раствора, что позволит определить концентрацию кислорода в растворе с учетом регламента подачи выщелачивающего раствора на технологический блок;

- концентрации кислорода и трехвалентного железа в выщелачивающем растворе зависят от времени выщелачивания и расстояния транспортировки от места насыщения раствора кислородом до пласта.

Связь данной работы с другими научно-исследовательскими работами. Диссертационная работа выполнена в рамках темы: «Интенсификация процесса добычи с применением окислителей в процессе выщелачивания на участке «Центральный» месторождения «Мынкудук»» (договор № 438060/2020/1 от 29.05.2020г.).

Объектом исследований является участок «Центральный» уранового месторождения «Мынкудук» в Туркестанской области.

Предметом исследований являются подземное скважинное выщелачивание урана.

Личный вклад автора. Анализ геологических условий месторождения, обзор литературных источников по теме исследования, проведение лабораторных исследований, обработка результатов лабораторных работ, подготовка выводов.

Реализация выводов и рекомендаций работы.

Опытно – промышленные испытания и исследования осуществлялись в блоке 48-5 участка «Центральный» месторождения «Мынкудук».

Публикаций по диссертаций опубликована 2 статьи, в том числе в журналах (2021) Mining of Mineral Deposits, 15 (3), pp. 39-44. DOI: 10.33271 / MINING 15.03.039

(2022) Eurasian Mining, 2 (38) pp. 50-53 EFFECT OF PROCESS SOLUTION SATURATION WITH OXYGEN ON URANIUM IN-SITU LEACHING PERFORMANCE

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных лабораторных работ можно сделать следующее заключение.

1. Предложенная технология насыщения раствора кислородом с использованием трубки Вентури позволит при прохождении раствора через сужение трубки обеспечить всас воздуха и активное перемешивание воздуха с раствором и способствует эффективному переходу кислорода из воздуха в раствор за счет изменения давления в растворе;

2. Проведенными лабораторными работами установлены зависимости:

- зависимости концентрации кислорода в растворе от скорости и объема выщелачивающего раствора, что позволит установить максимально возможную концентрацию кислорода в растворе при различных объемах подаваемого раствора в производственных условиях;

- установлены зависимости концентрации кислорода и трехвалентного железа в выщелачивающем растворе от расстояния транспортировки, что позволит время достижения максимального насыщения раствора кислородом;

- получены зависимости концентрации двух-трехвалентного железа и содержания урана в продуктивном растворе от времени выщелачивания при насыщении раствора кислородом.

3. Преимуществами данной технологией являются низкие капитальные, эксплуатационные затраты, простота монтажа и обслуживания, и не требует использования расходных материалов в виде химических добавок;

4. Насыщение рабочего раствора кислородом обеспечивает окисление двухвалентного железа в трехвалентную, что приводит к повышению содержания урана в продуктивном растворе и сокращению срока отработки запасов урана в технологическом блоке.

5. Ожидаемый экономический эффект для одного блока составляет 37 792 218 тг