

НАУКИ О ЗЕМЛЕ, ЭКОЛОГИЯ, ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

КУЛЕШ Александр Алексеевич

директор проектно-строительного департамента,
ТОО «ЭлитСтройПроект-КС»,
Республика Казахстан, г. Алматы

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА ИЗ СЛАБОПРОНИЦАЕМЫХ РУД

Аннотация. В настоящем исследовании рассмотрены особенности интенсификации параметров подземного выщелачивания урана из слабопроницаемых руд. Автором выделен механизм подземного выщелачивания урана из слабопроницаемых руд. Кроме того, отмечены проблемные вопросы и пути решения, связанные с подземным выщелачиванием урана.

Ключевые слова: уран, выщелачивание, слабопроницаемые руды, интенсификация.

Тема интенсификации параметров подземного выщелачивания урана из слабопроницаемых руд является актуальной в свете того, что уран является одним из важнейших источников ядерной энергии. Слабопроницаемые руды, которые содержат уран, являются более сложными для добычи, чем более проницаемые руды.

В связи с этим, исследование методов интенсификации параметров подземного выщелачивания урана из слабопроницаемых руд может привести к повышению эффективности добычи урана, а следовательно, увеличению производства ядерной энергии.

Кроме того, интенсификация параметров подземного выщелачивания урана может способствовать сокращению вредного воздействия на окружающую среду, связанного с традиционными методами добычи урана. Такие методы часто сопровождаются выбросами радона и других радиоактивных веществ, а также загрязнением водных ресурсов.

Целью исследования является определение особенностей интенсификации параметров подземного выщелачивания урана из слабопроницаемых руд.

Интенсификация параметров подземного выщелачивания урана из слабопроницаемых руд может быть достигнута различными способами. Одним из них является использование

инновационных технологий, таких как микробные методы, которые позволяют увеличить эффективность выщелачивания урана из руд.

Другим способом является использование химических реагентов, таких как кислоты или щелочи, которые помогают ускорить процесс выщелачивания. Однако, использование таких реагентов может быть связано с риском загрязнения окружающей среды.

Еще одним способом интенсификации параметров подземного выщелачивания урана является применение физических методов, таких как воздействие ультразвука, микроволновых волн, электрического поля и т.д. Эти методы позволяют улучшить проницаемость руд и ускорить процесс выщелачивания.

Важным аспектом интенсификации параметров подземного выщелачивания урана является оптимизация условий выщелачивания, таких как температура, давление, концентрация реагентов и т.д. Оптимизация этих параметров может существенно повысить эффективность процесса выщелачивания.

Наконец, использование новых материалов и оборудования может также улучшить эффективность выщелачивания урана из слабопроницаемых руд.

В целом, интенсификация параметров подземного выщелачивания урана из слабопроницаемых руд является важной темой для

исследований, которая может привести к значительному повышению эффективности добычи урана и сокращению вредного воздействия на окружающую среду.

Для успешной интенсификации параметров подземного выщелачивания урана из слабопроницаемых руд необходимо учитывать различные факторы, такие как геологические особенности месторождений, химические свойства руд, технологические возможности и ограничения.

Одним из основных факторов, влияющих на эффективность подземного выщелачивания урана, является проницаемость руд. Руды с низкой проницаемостью требуют более интенсивных методов выщелачивания, чем руды с высокой проницаемостью. Поэтому важно выбрать оптимальный метод выщелачивания для каждого конкретного месторождения [1, с. 102].

Другим фактором, влияющим на эффективность выщелачивания, является химический состав руды. Некоторые руды содержат примеси, которые могут препятствовать выщелачиванию урана. В таких случаях может потребоваться применение более интенсивных методов выщелачивания, чтобы извлечь уран из руды.

Технологические возможности и ограничения также важны при выборе метода выщелачивания. Например, использование кислот для выщелачивания урана может быть эффективным, но такой метод может быть связан с риском загрязнения окружающей среды. Поэтому может потребоваться использование более безопасных методов выщелачивания, даже если они менее интенсивны.

Наконец, использование новых материалов и оборудования может существенно повысить эффективность выщелачивания урана из слабопроницаемых руд. Например, использование наночастиц или новых материалов для конструкции скважин может улучшить проницаемость руд и ускорить процесс выщелачивания.

Для решения задачи интенсификации параметров подземного выщелачивания урана из слабопроницаемых руд используются различные методы и технологии. Одним из наиболее распространенных методов является метод «in situ» (местного) выщелачивания, который основан на введении выщелачивающего раствора в зону месторождения и извлечении урана без необходимости добычи руды на поверхность.

В зависимости от химических свойств руды и выщелачивающего раствора могут применяться различные методы местного выщелачивания, включая кислотное, щелочное, гидрометаллургическое и бактериальное выщелачивание.

Кислотное выщелачивание является наиболее распространенным методом и основано на использовании раствора серной или соляной кислоты для выщелачивания урана из руды. Однако такой метод может вызвать загрязнение окружающей среды, поэтому требуется строгое контролирование и утилизация отходов [2, с. 79].

Щелочное выщелачивание основано на использовании раствора гидроксида натрия или калия, который обладает высокой щелочностью. Этот метод менее распространен, но может быть эффективным для выщелачивания урана из определенных типов руд.

Гидрометаллургическое выщелачивание основано на использовании специальных растворов, которые содержат комплексообразующие агенты для извлечения урана из руды. Этот метод менее распространен, но может быть эффективным в некоторых случаях.

Бактериальное выщелачивание основано на использовании бактерий, которые способны выделять выщелачивающие растворы. Этот метод является относительно новым, но может быть перспективным для выщелачивания урана из сложных руд.

В целом, выбор метода местного выщелачивания зависит от множества факторов, включая химический состав руды, геологические особенности месторождения, технологические возможности и ограничения. Однако, разработка новых методов и технологии выщелачивания, а также совершенствование существующих методов, остается актуальной задачей для увеличения эффективности добычи урана из слабопроницаемых руд.

Кроме того, помимо выбора метода выщелачивания, важным фактором для интенсификации параметров подземного выщелачивания является оптимизация условий процесса. Это может включать в себя регулирование pH, температуры, давления, концентрации раствора и других параметров.

Также существенную роль в интенсификации параметров подземного выщелачивания играют новые технологические разработки, такие как использование наночастиц для улучшения распределения раствора в руде,

применение электромагнитных полей для ускорения процесса выщелачивания и др.

Однако при использовании новых технологий и методов необходимо учитывать их возможные негативные последствия для окружающей среды и здоровья человека. Поэтому

проведение экологической оценки и учет экологических факторов в разработке новых технологий является важной задачей.

Можно представить следующую схему добычи урана способом подземного скважинного выщелачивания на рис. 1.

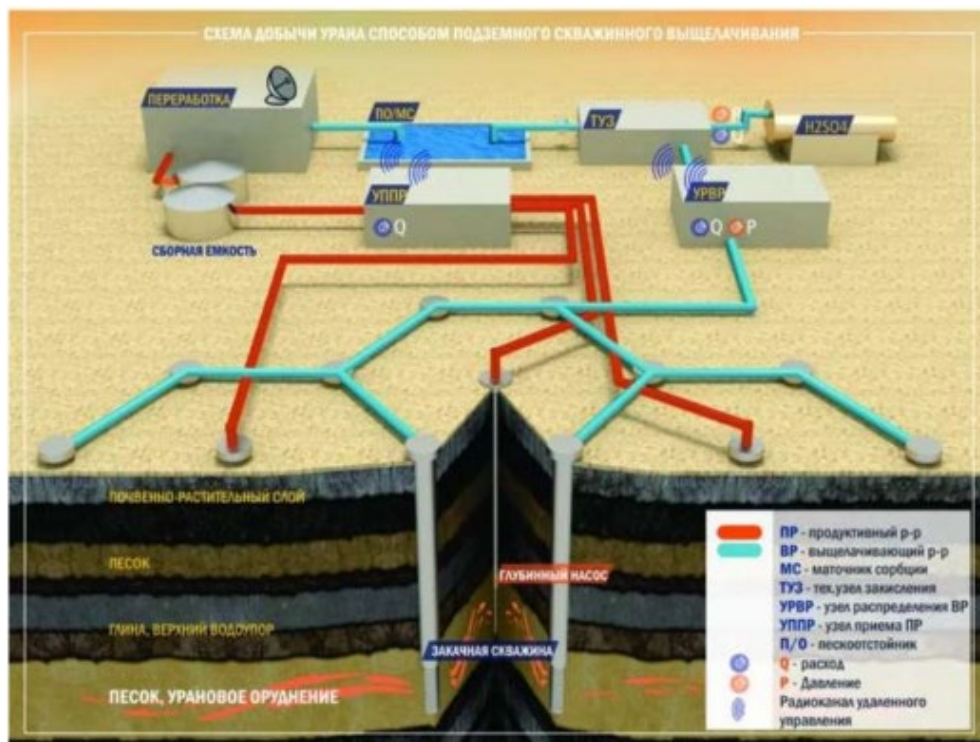


Рис. 1. Схему добычи урана способом подземного скважинного выщелачивания

Подземное выщелачивание урана является одним из методов добычи урана из слабопроницаемых руд, которые не могут быть добыты традиционными методами. Данный метод основан на том, что растворитель (обычно кислота) закачивается в подземные скважины для выщелачивания урана из руды, а затем полученный раствор с ураном извлекается на поверхность [3, с. 81].

Существуют различные технологии интенсификации параметров подземного выщелачивания урана, которые позволяют увеличить эффективность добычи и сократить затраты на ее проведение. Некоторые из них включают:

Использование высокотемпературных растворителей. Эта технология позволяет повысить скорость растворения урана в растворе и ускорить процесс выщелачивания.

Применение ультразвука. Ультразвуковые волны могут ускорить процесс выщелачивания, увеличивая поверхность контакта между рудой и растворителем.

Использование микроорганизмов. Некоторые микроорганизмы могут способствовать

выщелачиванию урана из руды, что позволяет повысить эффективность добычи.

Применение электрического поля. Эта технология может ускорить процесс выщелачивания, повысив электрическую проводимость растворителя и увеличивая массообмен между рудой и растворителем.

Использование наночастиц. Добавление наночастиц в растворитель может ускорить процесс выщелачивания, увеличивая поверхность контакта между рудой и растворителем.

Применение давления. Под давлением растворитель может проникать глубже в пористую структуру руды, что увеличивает контакт между рудой и растворителем и повышает эффективность выщелачивания.

Каждая из этих технологий имеет свои преимущества и ограничения, и их выбор зависит от конкретных условий и требований процесса добычи урана.

Кроме того, в настоящее время ведутся исследования и разработки новых технологий для интенсификации параметров подземного выщелачивания урана. Например, одним из

направлений разработки является использование нанотехнологий, которые позволяют создавать более эффективные и точные методы выщелачивания урана [4, с. 85].

Другим направлением разработки является использование автоматизированных систем контроля и управления процессом выщелачивания. Такие системы позволяют более точно контролировать параметры процесса и улучшить его эффективность.

Кроме того, существуют технологии восстановления урана из отработанных растворов, что позволяет повысить эффективность процесса добычи.

Некоторые технологии могут иметь негативное влияние на окружающую среду, поэтому проведение экологических исследований и разработка мер по минимизации воздействия на окружающую среду является важным этапом в процессе выбора и внедрения технологии.

В целом, разработка и применение технологий интенсификации параметров подземного выщелачивания урана является важным направлением в развитии методов добычи урана из слабопроницаемых руд, что позволяет повысить эффективность и экономическую целесообразность добычи урана.

Одним из основных преимуществ подземного выщелачивания урана является возможность добычи урана из рудных тел, которые невозможно разрабатывать традиционными способами. Это позволяет расширять географию добычи урана и увеличивать запасы этого ресурса.

Кроме того, подземное выщелачивание урана является более экономически эффективным, чем традиционные способы добычи, так как не требует больших инвестиций в оборудование и строительство горных выработок. Кроме того, эта технология обладает более высокой производительностью и может использоваться в более широком диапазоне условий [5, с. 13].

Однако, в процессе подземного выщелачивания урана существуют определенные проблемы и риски. В частности, выщелачивание может привести к изменению химического состава грунтовых вод и повышению концентрации урана в окружающей среде, что может привести к загрязнению водных ресурсов и негативному воздействию на здоровье человека и экосистемы.

Также существуют риски связанные с возможностью разрушения горных выработок и образования оползней, что может привести к необратимому ущербу для окружающей среды и человеческого здоровья.

В целом, разработка и применение технологий подземного выщелачивания урана из слабопроницаемых руд является важным направлением в развитии методов добычи урана, однако требует обязательного соблюдения экологических требований и применения мер по минимизации негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека.

Процесс скважинного подземного выщелачивания урана представлен на рис. 2.

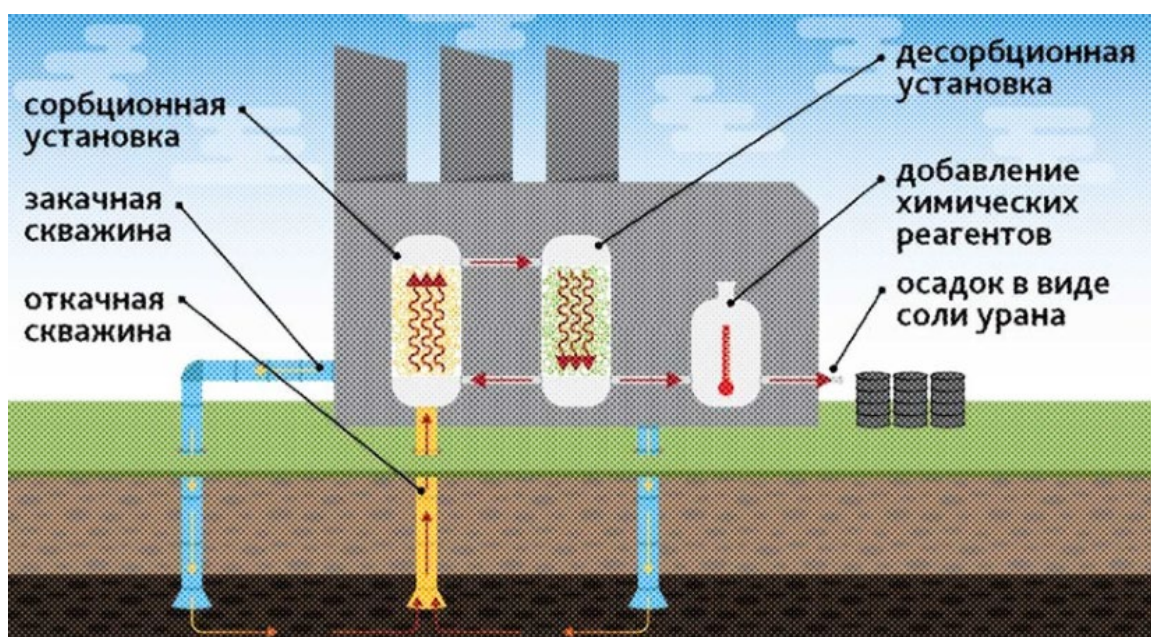


Рис. 2. Процесс скважинного подземного выщелачивания урана

Подземное выщелачивание урана из слабопроницаемых руд является сложным процессом, который может столкнуться с несколькими проблемами, включая низкую производительность, высокую стоимость, экологические проблемы и др. Некоторые из этих проблем и пути их решения могут быть следующими:

Низкая производительность. Один из основных факторов, влияющих на производительность, это низкая проницаемость руды и слабый поток жидкости. Это может привести к тому, что процесс выщелачивания будет медленным и неэффективным. Одним из путей решения этой проблемы является использование современных технологий высокой интенсивности, таких как ультразвуковая обработка, которая может улучшить поток жидкости в руде и увеличить эффективность выщелачивания.

Высокие затраты. Подземное выщелачивание урана из слабопроницаемых руд может быть очень дорогостоящим процессом, что может существенно повлиять на экономическую жизнеспособность проекта. Одним из путей решения этой проблемы может быть использование более эффективных и экономичных методов выщелачивания, таких как выщелачивание в гравитационных потоках или использование более эффективных реагентов.

Экологические проблемы. Подземное выщелачивание урана из слабопроницаемых руд может привести к серьезным экологическим проблемам, таким как загрязнение грунтовых вод и поверхностных вод, которые могут оказать негативное влияние на здоровье людей и экосистемы. Одним из путей решения этой проблемы может быть использование более экологически чистых методов выщелачивания, таких как биологическое выщелачивание или использование экологически безопасных реагентов.

Сложность контроля процесса. Подземное выщелачивание урана из слабопроницаемых руд может быть сложным процессом, который может быть трудно контролировать и управлять. Одним из путей решения этой проблемы может быть использование автоматизированных систем управления и мониторинга, которые могут помочь в реализации более точного и эффективного контроля процесса выщелачивания.

Низкая концентрация урана. Одной из проблем, с которой может столкнуться подземное

выщелачивание урана из слабопроницаемых руд, является низкая концентрация урана в руде. Это может привести к тому, что процесс выщелачивания будет медленным и неэффективным. Один из путей решения этой проблемы может быть использование более эффективных методов разведки руды и выбор более богатых ураном зон для выщелачивания [6, с. 13].

Таким образом, интенсификация параметров подземного выщелачивания урана из слабопроницаемых руд может быть достигнута путем использования более эффективных и современных технологий, более точного контроля процесса и более детального исследования месторождения. Однако необходимо учитывать экологические аспекты процесса выщелачивания и стремиться к использованию более экологически безопасных методов.

Литература

1. Аликулов Ш.Ш., Нажимов Ф.Ф. Анализ базовой модели подземного выщелачивания урана к природным условиям месторождения // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва, 2015. – № 1. – С. 98-104.
2. Аликулов Ш.Ш. Интенсификация технологических процессов подземного выщелачивания урана из слабопроницаемых руд // Известия вузов. Горный журнал. – Екатеринбург, 2017. – № 1. – С. 78-81.
3. Аликулов Ш.Ш., Курбанов М.А., Шарафутдинов У.З., Халимов И.У. Исследование гидродинамических параметров при подземном выщелачивании путем физического моделирования // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2019. – №1. – С. 77-82.
4. Голик В.И., Разоренов Ю.И., Ляшенко В.И. Особенности конструирования систем подземного выщелачивания металлов // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. – 2018. – Т. 19. – № 1. – С. 80-91.
5. Ляшенко В.И., Андреев Б.Н., Куча П.М. Развитие горнотехнических технологий подземного блочного выщелачивания металлов из скальных руд // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2018. – № 4. – С. 11-18.
6. Сапаров А.Б., Шарафутдинов У.З., Ахадов Х.Р. Оценка влияния водоупоров на основные геотехнологические показатели отработки // Горный вестник Узбекистана. – 2015. – № 3. – С. 11-15.

KULESH Alexandr Alekseevich
director of design and construction department,
ElitStroyProekt-KS LLP, Republic of Kazakhstan, Almaty

INTENSIFICATION OF THE PARAMETERS OF UNDERGROUND LEACHING OF URANIUM FROM LOW-PERMEABILITY ORES

Abstract. *In this study, the features of the intensification of the parameters of underground leaching of uranium from low-permeability ores are considered. The author singled out the mechanism of underground leaching of uranium from low-permeability ores. In addition, problematic issues and solutions related to underground leaching of uranium were noted.*

Keywords: *uranium, leaching, low-permeability ores, intensification.*