

МЕТОД РАДИОВОЛНОВОЙ ГЕОИНТРОСКОПИИ МЕЖСКВАЖИННОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ ДОБЫЧЕ УРАНА СПОСОБОМ ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Цой Б.В.

*Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан*

Ключевые слова: добыча урана, подземное выщелачивание, методы ГИС, радиоволновая геоинтроскопия.

Аннотация. Добыча урана способом подземного скважинного выщелачивания требует высокочувствительных методов контроля за процессом. Исследование межскважинных интервалов традиционными геофизическими методами затруднено в условиях месторождений со сложным геологическим строением. Пределы измерений большинства геофизических методов, используемых при подземном скважинном выщелачивании, не позволяют получать точную информация о строении межскважинных интервалов. Применение метода радиоволновой геоинтроскопии расширяет границы традиционных методик геофизических исследований и способно решить проблему изучения межскважинного пространства.

THE METHOD OF RADIO-WAVE GEINTROSCOPY OF THE INTERWELL SPACE DURING URANIUM MINING BY THE METHOD OF IN-SITU RECOVERY

Tsoy B.V.

Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty

Keywords: uranium mining, in-situ recovery, well logging, radio wave geointrospecty.

Abstract. Uranium mining by in-situ recovery requires highly sensitive process control methods. The study of inter-well intervals by traditional geophysical methods is complicated in the conditions of deposits with a complex geological structure. The limits of measurement of the most used geophysical methods in in-situ recovery do not allow obtaining accurate information about the structure of inter-well intervals. The use of the method of radio-wave geointrospecty expands the boundaries of traditional methods of geophysical research and can solve the problem of studying interwell space.

Все действующие месторождения урана по способу добычи можно разделить на 2 категории. К первой категории относятся месторождения, где добыча ведется традиционными способами отработки, такими как шахтный (подземный) и карьеры (открытый). Карьерная разработка месторождений обычно используется при небольшой глубине залегания урана, шахтный способ применяется при более глубоком залегании урана в недрах. В настоящее время традиционными способами разрабатываются крупнейшие месторождения урана в Австралии, Нигере, Канаде и Намибии [1].

Ко второй категории относятся месторождения, добыча на которых ведется относительно новым способом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ). Применение метода ПСВ подразумевает добычу урана без вскрытия продуктивного горизонта. Способ подземного выщелачивания заключается в применения системы скважин и подаче через них растворов, содержащих различные химические реагенты. Крупнейшие мировые месторождения подземного скважинного выщелачивания урана находятся в Казахстане, на долю которых приходится около 40% мирового объёма добычи [2]. Такой метод благоприятно сказывается на экономической эффективности отработки, а также значительно снижает негативное воздействие на экологию [3]. Несмотря на преимущества, данная технология имеет ряд недостатков, одним из которых является сложность контроля за процессом выщелачивания.

Сложность геологических и технологических условий на урановых месторождениях ПСВ требует применения современных высокочувствительных методов контроля за процессом отработки месторождения, как в пространстве, так и во времени. В связи с тем, что при использовании метода подземного скважинного выщелачивания отсутствует прямой контакт с природными компонентами, в отрасли широкое распространение получили геофизические методы исследования и моделирования недр. Применение методов геофизического исследования начинается на этапе разведки месторождения, а на этапе его разработки широко применяются методы геофизического исследования скважин (ГИС). При сооружении и эксплуатации технологических скважин месторождений ПСВ урана используются такие методы ГИС, как: гамма каротаж (ГК), токовый каротаж (ТК), индукционный каротажа (ИК) и прочие. Применение ГК позволяет получить данные по литологическому составу горизонтов, вскрываемых скважиной. Эти данные в дальнейшем применяются для построения разрезов по месторождению. Методы ТК и ИК применяются для контроля за движением растворов в недрах и мониторинга за технологическим процессом добычи.

При всех достоинствах вышеперечисленных методов и высокой точности определения геологических параметров скважин, существенным недостатком методов является ограниченность в радиусе зоны исследования, который не превышает 1 метра. Небольшой радиус ГИС значительно ограничивает возможности геофизического исследования межскважинных интервалов и построения визуальных моделей недр. В условиях выдержанных горизонтов, когда породы залегают однородно, а мощности рудных интервалов и литологический состав от скважины к скважине отличается незначительно, используя описанные методы ГИС можно получить разрезы с высокой степенью

точности. Но в условиях месторождений урана со сложным литологическим составом, неравномерным залеганием пород и различными мощностями рудных интервалов, построения разрезов значительно усложняется и точность моделирования межскважинных интервалов неизбежно снижается.

Для углубленного изучения межскважинных интервалов и уточнения литолого-фильтрационных характеристик может применяться метод радиоволновой геоинтроскопии (РВГИ). Метод радиоволнового просвечивания межскважинного пространства основан на изучении интенсивности поглощения электромагнитных волн породами, расположенными на трассе их распространения. Схема межскважинных измерений представлена на рисунке 1.

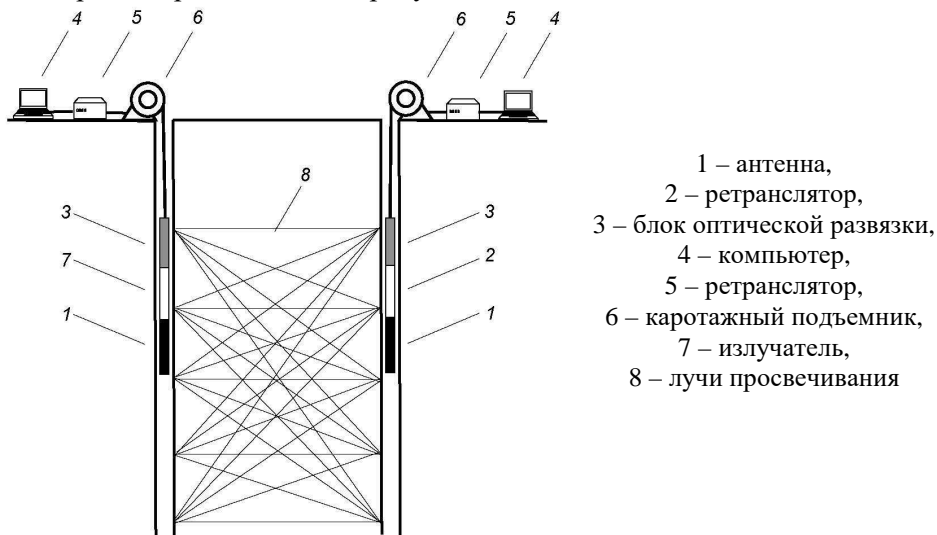


Рис. 1. Измерительная установка для радиоволновых измерений и схема томографической» съемки [4]

В скважине 1 размещают излучатель, нагруженный на изолированную электрическую антенну, а в скважине 2 – приемник с антенной аналогичной конструкции. При фиксированном положении излучателя в скважине 1, по стволу соседней скважины производят измерения амплитуды осевой компоненты электрического поля, после чего передатчик смещают на определенный шаг и измерения повторяются. Многочисленное перекрытие лучей просвечивания по различным направлениям (томографическая съемка) обеспечивает высокую детальность исследования межскважинного пространства.

Опытные работы, проведенные на одном из месторождений в Казахстане, расположенном в республике Казахстан, показали высокую эффективность метода РВГИ. Применение радиоволновой геоинтроскопии при добыче урана способом подземного скважинного выщелачивания, особенно при сложном и неоднородном литологическом составе недр, способствует повышению точности данных о геологическом строении межскважинных интервалов и улучшению качества их моделирования.

Список литературы

1. Информационная библиотека «Всемирной ядерной ассоциации»: Обзор мировой добычи урана [Электронный ресурс]. - <https://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/mining-of-uranium/uranium-mining-overview.aspx>
2. Информационная библиотека «Всемирной ядерной ассоциации»: Уран и атомная энергетика в Казахстане [Электронный ресурс]. - <https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/kazakhstan.aspx>
3. Добыча урана методом подземного выщелачивания / В.А. Мамилов, Р.П. Петров, Г.Р. Шушания и др. – М.: Атомиздат, 1980. – 164 с.
4. 3D Радиоволновая геоинтроскопия межскважинного пространства [Электронный ресурс]: Поиск глубокозалегающих месторождений полезных ископаемых – <https://www.radionda.ru/pdf/PresentationRadiondaOre.pdf>

Сведения об авторе:

Цой Бертан Викторович – PhD докторант, КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, г.Алматы.