

АННОТАЦИЯ

диссертация на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности
6D070700 – «Горное дело»

Куандыков Тилепбай Алимбаевич

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН ЭРЛИФТНЫМ БУРЕНИЕМ И ГИДРОИМПУЛЬСНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Актуальность темы.

Подземное выщелачивание - прогрессивный метод, широко применяемый в Республике Казахстан, при добыче урана. Этот метод прошел все стадии исследований, разработки и промышленного внедрения на гидрогенных месторождениях Шу-Сарысуской и СырДарьинской урановых провинциях, залегающих в проницаемых осадочных породах депрессионных зон земной коры, где вскрытие и подготовка рудных тел и добыча урана осуществляются через буровые скважины.

При разработке этого типа месторождений весь цикл работ по добыче состоит из следующих немногих процессов:

1. Бурение и оборудование технологических скважин;
2. Выщелачивание урана из рудных тел, т. е. перевод металла в раствор;
3. Откачка из недр и транспортировка технологических растворов;
4. Сорбция урана из продуктивных растворов и десорбция;

Преимущество метода ПСВ заключается не только в значительном сокращении переделов, но и в том, что процессы добычи приобрели совершенно иную качественную характеристику в части затрат человеческого труда, орудий труда и средств производства.

При использовании этого метода отпадает необходимость строительства дорогостоящих рудников или карьеров, а также гидрометаллургических заводов, расходования многих материалов; сокращается численность работающих на строительстве и при эксплуатации месторождений; увеличиваются природные сырьевые ресурсы в результате разработки месторождений с бедным и убогим содержанием урана в руде, залегающих в сложных гидрогеологических условиях (их разработка традиционными способами экономически невыгодна).

Несмотря на все преимущества, данный способ имеет ряд недостатков, одним из которых является периодическое уменьшения дебита скважин, причиной которой является первоначальная закольматированность прифилтровой зоны рудоносного пласта во время бурения технологических скважин, что вызывает увеличение гидравлических сопротивлений и снижение притока раствора в скважины. Кольматирующим веществом при проходке рудоносного горизонта являются задавливаемые глинистые частицы инфильтрат бурового раствора, который, взаимодействуя с пластовой водой, вызывает выпадение некоторых продуктов в результате химических реакций в осадок.

При этом уменьшается дебит скважины, соответственно уменьшается добыча урана. При уменьшении дебита на 50% работа группы скважин останавливается на 3-5 дней, производится РВР (ремонтно-восстановительные работы).

На основе анализа исследовательских работ и закономерностей падения дебита геотехнологических скважин возникла актуальность разработки нового способа бурения технологических скважин, который будет нацелен на сохранение естественных условий пористости и проницаемости пласта, повышение скорости проходки рудоносного горизонта, повышение производительности эксплуатационных скважин и сокращение количества ремонтно-восстановительных работ при бурении.

Цель исследования – разработка инновационного способа бурения технологических скважин, обеспечивающей снижение закольматованности и улучшение фильтрационных свойств рудоносного горизонта, путем сокращения количества инфильтрата, задавливаемого гидростатическим давлением столба промывочного раствора в призабойную зону скважин.

Идея работы заключается в использовании установленных закономерностей эффекта эрлифта при проходке рудной зоны, от параметров депрессии на призабойную зону, для улучшения фильтрационных характеристик руд и предотвращения кольматации стенок скважины.

Задачи исследования:

В соответствии с поставленной целью в диссертации сформулированы следующие задачи, требующие решение

1. Установление закономерностей изменения фильтрационных характеристик руд прифильтровой зоны скважин от параметров эрлифтного бурения;
2. Разработка технологии и обоснования рациональных режимов эрлифтного способа бурения технологических скважин для повышения эффективности ПСВ урана;
3. Определение эффективных параметров гидроимпульсной забойной машины для восстановления фильтрационных характеристик скважин при проведении ремонтно-восстановительных работ.

Научное положение выносимые на защиту

1. Разработана технология сохранения фильтрационных свойств рудоносного горизонта для низкопроницаемых руд за счет применения эрлифтного способа бурения технологических скважин;
2. Обоснованы рациональные параметры применения режимов эрлифтного бурения в зависимости от увеличения давления подаваемого воздуха, расхода промывочного раствора и от гранулометрических характеристик руд продуктивного горизонта;
3. Обоснование зависимости параметров применения гидроимпульсной забойной машины от плотности осадкообразующих материалов.

Основные результаты исследования:

1. Основные осадкообразующие компоненты при скважиной добычи урана на Инкудукском и Мынкудукском продуктивных горизонтах месторождения Инкай, содержат полевой шпат 5-10%, кварц 80-90%, альбит 1-5%. Соотношение агрегатов полевого шпата, кварца, альбита в массе осадкообразования определяет ее плотность.

2. Разработанная технология вскрытия продуктивных пластов с применением эрлифтного способа бурения скважин в низко проницаемых рудах при ПСВ урана. предусматривает подачу воздуха в пространство между двумя бурильными трубами, с давлением 7-15 бар в зависимости от гранулометрических характеристик руд, глинистости, коэффициента фильтрации в продуктивном пласте. Обоснованы эффективные параметры предлагаемой технологии обеспечивают сократит период отработки блока и снизит эксплуатационные расходы на 5% в зависимости от минералогических характеристик руд вмещающих пород продуктивного горизонта. В целом обеспечивается интенсификация выщелачивания урана на этапе отработки эксплуатационных блоков и снижение удельных норм химических реагентов и электроэнергии на уранодобывающих предприятиях Республика Казахстан.

3. На основе физико-химических свойств рудовмещающих пород и осадкообразующих компонентов уранового месторождения Инкай установлены рациональные параметры гидроимпульсного воздействия на пласт обеспечивающее предотвращения осадкообразования за счет разрушения кольматантной структуры давлением струи импульса промывочного раствора 10 МПа что обеспечивает активный вынос диспергированных частиц на дневную поверхность.

Объекты исследования – технология бурения технологических скважин при добыче урановых руд методом ПСВ.

Предметом исследования являются режимы эрлифтного бурения технологических скважин.

Методологическая база научных исследований

При выполнении научных исследований использован анализ и обобщение научно-технической информации, методы математической статистики для обработки экспериментальных данных и технико-экономического обоснования различных вариантов технологий. Экспериментальными работами на геотехнологических скважинах подтверждены полученные результаты с применением разработанной методики проведения испытаний. Она предусматривает сбор и мониторинг данных, отслеживание, сравнительный анализ геотехнологических характеристик скважин до и после проведения испытаний с применением гидроимпульсного метода обработки и эрлифтного способа бурения скважин.

Научная новизна установлена закономерность изменения фильтрационных характеристик руд продуктивного горизонта от параметров эрлифтного бурения и минералогического состава при скважинной разработке

инфильтрационных месторождения урана. Установлены закономерности изменения расхода промывочного раствора и давления воздуха от гранулометрических характеристик руд продуктивного горизонта при эрлифтном способе бурения. Выявлены эффективные параметры гидроимпульсного метода воздействия на призабойную зону пласта для повышения производительности и периода безперебойной работы технологических скважин.

Практической значимостью работы является разработка и внедрение эффективных методов вскрытия продуктивных пластов и декольматации скважин для снижения эксплуатационных расходов, сохранения фильтрационных свойств пород рудоносного горизонта, снижения степени глинизации, улучшения проницаемости пород продуктивного пласта, сокращения количества инфильтрата, а также затрат на промывку и освоение скважин с учетом горно-геологических условиях уранового месторождения. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании освоения месторождения урана и планировании горных работ на уранодобывающих предприятиях.

Соответствие работы направлениям развития науки или государственным программам

Работа выполнена в рамках реализации Проекта №0379 ГК от 03.11.2017г. «Производство технологического оборудования и оснастки для способа бурения с сохранением первоначальных фильтрационных свойств рудоносного горизонта», (2017-2020гг).

Личный вклад автора состоит в постановке задач исследования, в выполнении основного объема теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в диссертационной работе, обобщение полученных результатов, в разработке методик экспериментальных исследований, в проведении исследований, разработка выводов и рекомендация, анализ и оформление результатов в виде публикаций и научных докладов.

Публикации и апробация работы.

Апробация технологии эрлифтного бурения технологических скважин были проведены в рамках проекта коммерциализации по теме: «Производство технологического оборудования и оснастки для способа бурения с сохранением первоначальных фильтрационных свойств рудоносного горизонта», (2017-2020гг), на месторождениях Инкай. Результаты исследования докладывались и обсуждались на международной научно - практической конференциях «Рациональное использование минерального и техногенного сырья в условиях Индустрии 4.0» (2019), а также на следующие научно техническом совете АО «НАК «Казатомпром» (2021г).

По теме диссертации опубликовано 10 печатных работ. Из них две в журналах, входящих в процентиль - 43 по базе данных Scopus (Скопус), три - рекомендованных комитет по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования министерства науки и высшего образования Республики Казахстан

(КОКС МНВО РК) и три в материалах конференций. В каждую опубликованную статью докторантом был внесен достойный вклад, в них отражены выносимые на защиту положения, результаты, полученные докторантом в ходе проведенных исследований. При подготовке статей авторам диссертации формулировалась цели и задачи, методы исследований, описание исследований, обсуждение их результатов, а также формулировались выводы и осуществлялся поиск литературных источников.

Получено 2 патента РК на технологию интенсификации скважинной добычи урана по теме:

- «Устройство для виброобработки фильтра технологических скважин при добыче урана» Патент на Полезную Модель №3864, №15, 12.04.2019;

- «Буровая установка для прямой эрлифтной промывки» Изобретение № 34990, №14, 09.04.2021;

Объем и структура работы.

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованных источников и приложений. Объем диссертации составляет 133 страниц машинописного текста, 16 таблиц, 41 рисунков, списка литературы, включающего 82 наименований и 7 приложения.

Заключение

1. Состав осадкообразующих компонентов Инкудукского и Мынкудукского продуктивных горизонтов месторождения Инкай преимущественно состоят из кварца (80-90%), альбита (1-5%), полевого шпата (5-10%). Их плотность варьируется в пределах 1,5-2,0 г/мм³ и зависит от соотношения компонентов в массе осадкообразования.

2. Эффективное давления промывочного раствора составляет 15-20 бар на прифильтровую зону скважин, в результате производительность добычных скважин повысилась с 12 до 18 м³/ч, средний период без перебойных работ скважин увеличился с 120 до 180 суток.

3. Разработанный и опробованный эрлифтный способ бурения технологических скважин при вскрытии продуктивных пластов низкопроницаемых рудах с учетом фильтрационных и минералогических характеристик руд позволяет поровому пространству продуктивного горизонта сохранять естественную проницаемость. Это позволяет увеличить содержание урана в продуктивном растворе на 20%, повысить производительность добычных и приемистость нагнетательных скважин на 20-30%, сократить период обработки блоков и снизить эксплуатационных расходов на добычу на 5%.

4. Эффективные параметры гидроимпульсного метода воздействия на пласт для разрушения и предотвращения осадкообразования, зависят от физико-химических свойств рудовмещающих пород и осадкообразующих компонентов уранового месторождения Инкай.