

## ОТЗЫВ

### на автореферат диссертационной работы

Михайлова Анатолия Николаевича

«Совершенствование технологии отработки руд месторождений Хиагдинского рудного поля скважинным подземным выщелачиванием», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.8.8. Геотехнология, горные машины и 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых

В настоящее время развитию экономики может способствовать диверсификация горных отраслей на технологии выщелачивания металлов, в том числе, скважинного подземного выщелачивания из руд гидрогенных месторождений, снижающего негативное воздействие на окружающую среду, как альтернатива традиционным технологиям добычи. Тема диссертационного исследования является актуальной и перспективной.

В автореферате изложено решение научно-технических задач по трём направлениям, которые исследованы и апробированы в производственных условиях: 1) повышение эффективности скважинного подземного выщелачивания (СПВ); 2) интенсификация процесса выщелачивания урана применением химических активаторов; 3) увеличение производительности технологических скважин.

Соискателем учёной степени исследованы особенности урановых руд месторождений хиагдинского рудного поля, которые оказывают влияние на эффективность скважинного подземного выщелачивания. Проведено математическое моделирование по рядной поперечной и гексагональной схемам расположения скважин, которое позволило рассчитать оптимальное количество закачных и откачных скважин при отработке уранового месторождения. При моделировании использовался пакет современных прикладных программ («MFA Niagda – система прогнозирования геотехнологических показателей эксплуатационных блоков АО «Хиагда», «MFA Forecasting And Planing – система прогнозирования и планирования», «Экология подземных вод»).

Выявлены закономерности изменения концентрации урана в продуктивном растворе от времени выщелачивания при использовании гексагональной системы вскрытия запасов с различным радиусом ячеек. Усовершенствование технологии вскрытия рудных залежей стало возможным благодаря использованию полученных новых знаний о горно-геологических условиях и геотехнологических показателей руд месторождений хиагдинского типа. Доказано, что наиболее эффективной системой вскрытия руд хиагдинского типа является система с гексагональным расположением скважин и радиусом ячейки в 30 м. Управление технологическими показателями скважинного подземного выщелачивания обеспечивает полноту извлечения урана в раствор и минимальную себестоимость готовой продукции.

С целью повышения эффективности работы предприятия, улучшения качества и оперативности управления процессом скважинного подземного выщелачивания, сформирована базы данных результатов исследований и на её осно-

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГУ им. Г.И.Носова»	
за №	
Дата регистрации	10.09.2024
Фамилия регистратора	

ве разработан комплекс программного обеспечения для цифрового двойника «Умный рудник» (свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ: № 2023612088, № 2023612447, № 2022683474, № 2019661994). Это обеспечивает удалённый мониторинг работы добычного полигона АО «Хиагда», повышение производительности на 36 % и снижение себестоимости готовой продукции на 12,9 %.

После выбора эффективных активаторов процесса выщелачивания, в лабораторных условиях для трёх вариантов (без окислителя, с применением перекиси водорода, с применением нитрита натрия) установлены оптимальные технологические параметры: Ж:Т, ОВП, Fe (III), Fe (II), расход серной кислоты, концентрация серной кислоты. Установлены закономерности изменения концентрации урана в продуктивном растворе и концентрации серной кислоты от времени выщелачивания. Доказано, что вариант применения перекиси водорода в качестве окислителя при выщелачивании руд хиагдинского типа, позволяет получить извлечение ценного компонента не менее 80 % при одновременном снижении финансовых затрат на 15 % по сравнению с вариантом с нитритом натрия и в три раза – с вариантом без применения окислителя.

При исследовании способов восстановления производительности технологических скважин от накопления механических кольятантов экспериментально установлены следующие зависимости: степени заполнения прифилтровой зоны закачной скважины от усредненного размера песчинок рудного пласта; содержания порообразующих минералов в продуктивном растворе от суммарной концентрации ионов Mg, Ca, Al, Fe; концентрации кремниевой кислоты в продуктивном растворе от содержания силикатных минералов в руде; производительности технологических скважин от срока эксплуатации при использовании химических декольятантов (соляная кислота и бифторид аммония); расхода соляной кислоты и бифторида аммония от концентрации ионов Mg, Ca, Al, Fe и Si.

Экспериментальные исследования реализованы в полном объёме. Усовершенствован регламент восстановления производительности технологических скважин проведением ремонтно-восстановительных работ с применением пневмоимпульсной и химической обработки прифилтровой зоны технологических скважин растворами соляной кислоты и бифторида аммония.

Положительные результаты экспериментальных исследований и полупромышленных испытаний позволили автору разработать следующие новые технологические решения: технологию вскрытия запасов гидrogenных урановых месторождений хиагдинского типа гексагональной системой с радиусом ячейки 30 м; метод выщелачивания урановых руд месторождений Хиагдинского рудного поля с использованием в качестве активатора перекиси водорода в количестве 1,6 кг на 1 тонну руды при закислении и на стадии выщелачивания – 0,88 кг/т; способ восстановления производительности технологических скважин проведением ремонтно-восстановительных работ с применением пневмоимпульсной и химической обработки прифилтровой зоны.

Степень обоснованности, достоверности, новизны научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в автореферате диссертации,

подтверждаются: представительностью проб; использованием комплекса современных физико-химических методов исследований в аттестованных лабораториях с применением апробированных методик; проведением достаточного количества экспериментов и получением большого объёма данных; применением методов математической статистики для обработки экспериментальных данных; сопоставимостью результатов математического моделирования и экспериментального факторного анализа; экономической рентабельностью новых технологических решений.

Таким образом, все три научных положения, выдвинутые соискателем на защиту, можно считать успешно доказанными на основе представленных достоверных результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем учёной степени, вполне достаточна и соответствует требованиям пунктов 11 и 13 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., № 842: по теме диссертации опубликовано 13 научных статей, в том числе 7 – в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки. Зарегистрировано 4 программы для ЭВМ.

#### Замечания по автореферату диссертации:

1. В автореферате сказано, что «... наиболее эффективными окислителями при выщелачивании этих руд являются перекись водорода и нитрит натрия». Непонятно, данное утверждение основано на результатах собственных исследований, или других авторов?

2. В табл. 1 (стр. 9) указан ряд важных технологических параметров системы разработки СПВ, но не приведены данные таких параметров как дебит откачных скважин, время закисления блока, время выщелачивания блока, площадь эксплуатационной ячейки. Осуществлялся ли в диссертационной работе расчёт этих параметров по рядной и гексагональной схемам расположения вскрывающих скважин?

#### Заключение

Представленная работа Михайлова Анатолия Николаевича на тему: «Совершенствование технологии отработки руд месторождений Хиагдинского рудного поля скважинным подземным выщелачиванием» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно, в которой разработаны новые технические и технологические решения по отработке урановых руд скважинным подземным выщелачиванием и извлечению урана из минерального сырья с применением методов интенсификации, имеющих существенное значение для атомной промышленности и развития страны.

Представленная диссертационная работа соответствует пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Михайлов Анатолий Николаевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальностям 2.8.8. Геотехнология, горные машины и 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых.

Доктор технических наук по специальности  
25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная),  
директор по науке, Публичное акционерное общество  
«Приаргунское производственное горно-химическое объединение  
имени Е.П. Славского»

28 августа 2024 г.

Морозов Александр Анатольевич

Телефон: 8-914-149-22-52, e-mail: MorozovAA@ppgho.ru.  
ПАО «ППГХО»: 674673, г. Краснокаменск, Забайкальский край, пр-т Строителей, д.11.

Кандидат технических наук по специальности  
25.00.22 – Геотехнология (подземная, открытая и строительная),  
директор центральной научно-исследовательской лаборатории,  
Публичное акционерное общество «Приаргунское производственное  
горно-химическое объединение имени Е.П. Славского»

Бейдин Алексей Владимирович

Телефон: 8-924-272-90-39, e-mail: BeidinAV@ppgho.ru  
ПАО «ППГХО»: 674673, г. Краснокаменск, Забайкальский край, пр-т Строителей, д.11.

Мы, Морозов Александр Анатольевич и Бейдин Алексей Владимирович, даём согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

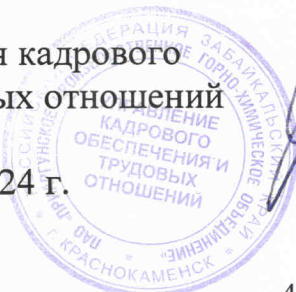
28 августа 2024 г.

Морозов Александр Анатольевич

Бейдин Алексей Владимирович

Подписи Морозова Александра Анатольевича и Бейдина Алексея Владимирович заверяю.

Начальник управления кадрового  
обеспечения и трудовых отношений



Порхун Мария Владимировна

«AV» августа 2024 г.