

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Янникова Алексея Михайловича**
«Структурная гидрогеология коренных алмазных месторождений Западной Якутии», представленной на соискание учёной степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.6. Гидрогеология

Диссертационная работа А.М. Янникова посвящена изучению криогидрогеологических и газодинамических условий коренных месторождений алмазов Якутской алмазоносной провинции, а также тех изменений, которые претерпевает геологическая среда при их многолетней отработке.

Актуальность темы определяется двумя обстоятельствами. Во-первых, с углублением карьеров и развитием подземных рудников горные работы вскрывают интервалы разреза мощностью от 300 до 1000 м, гидрогеологические и газодинамические условия которых прежде детально не изучались. Во-вторых, всё большее значение приобретают последствия повторной закачки подземных вод. За 25 лет в циклах «откачка – закачка» перемещено более 400 млн м³ высокоминерализованных дренажных вод, и закачка рассолов в толщу многолетнемёрзлых пород и в глубокие водоносные комплексы стала самостоятельным фактором преобразования криолитозоны. Для инженерной геологии эта сторона проблемы особенно важна, поскольку речь идёт о техногенном изменении температурного режима и фазового состава мёрзлых пород на значительных площадях.

Как следует из автореферата, работа основана на материалах, полученных автором лично и под его руководством в АК «АЛРОСА» (ПАО) в 2012–2024 гг. при разведке, эксплуатационной разведке и научно-методическом сопровождении добычи: документации керна, режимных наблюдениях, опытно-фильтрационных работах, термометрии по стволам закачных и наблюдательных скважин, лабораторных определениях свойств пород и состава рассолов. Прогнозные оценки выполнены на цифровых гидродинамических моделях месторождений и сопряжённых участков закачки. При анализе геотермического режима использованы данные за 1986–2022 гг. Столь длительные ряды наблюдений дают выводам автора надёжную фактическую основу.

Из результатов, изложенных в автореферате, отметим следующие.

Во второй главе для всех изученных кимберлитовых полей обосновано трёхъярусное строение криогенной толщи, осложнённой отрицательно-температурными межмерзлотными и подмерзлотными водоносными комплексами. При схематизации разреза наряду с коллекторами и водоупорами выделены криогенные водоупоры и воздушно-сухие или частично льдонасыщенные породы отрицательно-температурной зоны аэрации. Такое расчленение удобно и для инженерно-геологической типизации массивов. Заслуживает внимания вывод об обратной (аномальной) вертикальной зональности Далдынского поля: водообильность комплексов

здесь возрастает с глубиной, и притоки из нижнекембрийского комплекса достигают 40 тыс. м³/сут.

В третьей главе на основе опробования газов и наблюдений за дебитами выполнена типизация кимберлитовых полей по газодинамическим условиям, из которой следуют прямые технологические выводы по добыче.

В четвёртой главе по фактическим водопритокам и положению разрывных нарушений выделены блоки-зоны различной водообильности в пределах шахтных и карьерных полей трубок Айхал, Интернациональная, Мир, Удачная и Юбилейная. Эти схемы имеют непосредственное практическое значение при размещении подземных горных выработок и систем водопонижения.

С позиций инженерной геологии и геокриологии наибольший интерес представляют результаты шестой и седьмой глав. Автором предложена классификация участков закачки из пяти групп, учитывающая интенсивность закачки, ярус криогенной толщи, используемый для поглощения рассолов, и положение интервала закачки относительно нулевой изотермы.

На фактическом материале показано, что закачка может менять температуру пород в противоположных направлениях. На участках рудника Мир, где рассолы поступали из поверхностного накопителя с круглогодично отрицательной температурой, породы охладились на величину до 3 °С. На участках рудника Интернациональный закачиваемые воды успевали нагреться до +3...+4 °С, и температура пород повысилась на 0,2–0,85 °С.

Отсюда логично вытекает прогноз для участков пятой группы Далдынского поля, выполненный для двух вариантов обращения с дренажными водами – с буферным накопителем и без него. Для второго варианта оценено возможное локальное понижение нулевой изотермы на 100–150 м в эпицентре закачки. Тем самым показано, что выбор схемы водоотведения позволяет управлять тепловым состоянием мёрзлой толщи.

Приведённые в работе количественные характеристики растепляющего действия рассолов дают основу для расчёта объёмов подземных льдов, вовлекаемых в оттаивание. Пороговая минерализация, при которой рассол сохраняет жидкое состояние, составляет около 50 г/л; 1 м³ рассола минерализацией 350–400 г/л при температуре –3 °С способен растопить около 5 м³ льда.

В восьмой главе, помимо оценки дренажных рассолов как литийсодержащего гидроминерального сырья, обоснованы критерии допустимости совместного сбора атмосферных вод и природных рассолов. Реализация раздельного сбора на ряде месторождений позволила на 70–80 % сократить объём атмосферных вод, попадающих в систему сбора дренажных рассолов, что свидетельствует о внедрении результатов исследования в практику.

Основные положения диссертации опубликованы в 21 работе, в том числе в 18 статьях в рецензируемых изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ, и в трёх отдельных изданиях, посвящённых гидрогеологии Далдынского, Алакит-Мархинского и Мирнинского

кимберлитовых полей. Результаты докладывались на 39 российских и международных конференциях. Автореферат хорошо иллюстрирован картами, разрезами, схемами зон водообильности и прогнозной картой пьезометрической поверхности метегеро-ичерского водоносного комплекса; его содержание соответствует защищаемым положениям.

По автореферату имеются следующие замечания и вопросы.

1. В первом защищаемом положении и в выводах к главе 4 утверждается, что наиболее проводящие зоны приурочены к северным и северо-восточным флангам кимберлитовых трубок, а площадь максимально обводнённых участков обусловлена рангом и количеством разрывных нарушений. Из автореферата не ясно, чем объясняется именно такая ориентировка: связана ли она с северо-восточным простиранием региональных зон нарушений (Далдыно-Оленёкской, Вилуйско-Мархинской) или с иными причинами. Зависимость водообильности от ранга и числа нарушений показана описательно, а водопритоки по зонам приведены в разных единицах ($\text{м}^3/\text{ч}$ для трубки Мир, $\text{м}^3/\text{сут}$ для остальных трубок), что затрудняет сопоставление. Приведение данных к единому удельному показателю, например к притоку на единицу площади блока, сделало бы более доказательным и вывод о том, что на крупных трубках эти зависимости выражены сильнее, чем на мелких.

2. В главе 7 изменение температуры на участках второй и четвёртой групп убедительно объяснено температурой закачиваемых рассолов. Для участков первой и третьей групп снижение температуры пород (на $1,0\text{--}1,2\text{ }^\circ\text{C}$ по закачным скважинам первой группы и на $1,5\text{--}2,2\text{ }^\circ\text{C}$ в рассолопоглощающих интервалах третьей группы) объясняется лишь режимом эксплуатации. Желательно было бы пояснить, какой вклад в это охлаждение вносит поглощение теплоты при оттаивании льда под действием рассолов, на которое указывает третье защищаемое положение. Отметим также терминологическую неточность: в табл. 11 графа «Степень охлаждения, $^\circ\text{C}$ » содержит положительные значения, отражающие отепление пород.

3. Согласно третьему защищаемому положению, формирование техногенных водоносных горизонтов уже привело к плавлению 180 млн м^3 жильных и конституционных подземных льдов. Хотелось бы уточнить, каким способом получена эта величина – балансовым расчётом по объёмам закачанных рассолов или по результатам моделирования. Возникает и вопрос о том, фиксировались ли в пределах участков закачки последствия оттаивания льдистых пород: изменение прочностных и деформационных свойств пород в интервалах поглощения, осадки поверхности, деформации скважин и сооружений. В автореферате эти аспекты не освещены, хотя для оценки последствий закачки они весьма существенны.

4. Во втором защищаемом положении и на с. 31 использован термин «криогидрологических» вместо «криогидрогеологических»; границы второго и третьего этапов прогноза для метегеро-ичерского комплекса перекрываются (2027–2036 и 2036–2044 гг.).

Высказанные замечания носят уточняющий и дискуссионный характер, не затрагивают существа защищаемых положений и не влияют на общую положительную оценку работы.

Диссертация А.М. Янникова, насколько можно судить по автореферату, представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой на основе многолетних исследований решена крупная научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение, – обоснование гидрогеологических условий безопасной отработки коренных месторождений алмазов в криолитозоне и оценка техногенного преобразования геологической среды при обращении с дренажными рассолами.

Работа **соответствует** требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова, а её автор **заслуживает** присуждения учёной степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.6. Гидрогеология.

Горобцов Денис Николаевич
Кандидат геолого-минералогических наук, доцент
Заведующий кафедрой инженерной геологии

Фоменко Игорь Константинович,
Доктор геолого-минералогических наук
Профессор кафедры инженерной геологии

Кафедра инженерной геологии, Гидрогеологический факультет
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский государственный геологоразведочный
университет имени Серго Орджоникидзе»
Адрес организации: 117485, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 23
<https://www.mgri.ru/>
e-mail: gorobtsovdn@mgri.ru
тел.: +

Мы, Горобцов Д.Н. и Фоменко И.К., даём согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подписи руки *Горобцова Д.Н. и*
УДОСТОВЕРЯЮ *Фоменко И.К.*
Начальник отдела по работе с персоналом
И.К. Фоменко
20.09.2026
ОТДЕЛ ПО РАБОТЕ С ПЕРСОНАЛОМ
УДОСТОВЕРЯЮ