

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи



Янников Алексей Михайлович

**ГИДРОГЕОЛОГИЯ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ ВМЕЩАЮЩИХ ТОЛЩ ТРУБКИ
«ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНАЯ» (РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ))**

Специальность 25.00.07 - гидрогеология

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Научный руководитель:
д.г.-м.н., профессор В.Л. Бочаров

Воронеж
2019 г

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	7
2. ИСТОРИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ МИРНИНСКОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ	10
3. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИРНИНСКОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ	22
3.1 Стратиграфия.....	22
3.2 Тектоника.....	42
3.3 Магматизм.....	46
3.4 Полезные ископаемые.....	47
4. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИРНИНСКОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ	48
4.1 Основные водоносные комплексы и их гидрогеологическая характеристика	49
4.2 Геохимические особенности и физико-химические параметры подземных вод и пород.	88
5. УГЛЕВОДОРОДНЫЕ ГАЗЫ В ОТЛОЖЕНИЯХ ТОЛБАЧАНСКОЙ И ЭЛЬГЯНСКОЙ СВИТ В ПРЕДЕЛАХ МИРНИНСКОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ.....	91
6. ВАРИАЦИИ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОВОДИМОСТИ В КОЛЛЕКТОРАХ ТОЛБАЧАНСКОЙ СВИТЫ В ОКОЛОТРУБОЧНОМ МАССИВЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТРУБКА «ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНАЯ»	109
7. ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЖИМА САМОИЗЛИВА.....	112
7.1 Режим и интенсивность самоизлива насыщенных природных рассолов по сети опытных скважин	112
7.2 Анализ режима и интенсивности самоизлива насыщенных природных рассолов по сети опытных скважин.....	162
8. ТЕХНОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЖИМА САМОИЗЛИВА	169
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	174
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	178

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Добыча алмазов на территории Якутской алмазоносной провинции осуществляется АК АЛРОСА (ПАО), по группе коренных и россыпных месторождений. На настоящий момент отработка многих месторождений осуществляется на больших глубинах подземным способом, в сложных горно-геологических, гидрогеологических и газодинамических условиях. Одним из флагманов подземной отработки по группе компании является рудник «Интернациональный». На настоящий момент глубина отработки данного месторождения превысила 1200 метров. По той причине, что дальнейшая отработка известных уникальных алмазных месторождений, таких как Мир, Айхал, Удачная, Юбилейная уже производится (Айхал, Удачная) или будет производиться в ближайшем будущем (Мир, Юбилейная) подземным способом, изучение гидрогеологических условий является очень важной составляющей. Вмещающий массив упомянутых месторождений на данных глубинах сложен нижнепалеозойскими терригенно-карбонатными отложениями. Большинство выделенных коллекторов, как правило, приурочены к карбонатным разностям: известнякам, доломитам. Несмотря на некоторые литологические отличия, есть ряд общих черт, а именно:

1. Карбонатные породы, характеризуются как трещино-пористые и трещино-карстовые коллектора.

2. Выделяемые водоносные комплексы находятся в зонах затруднённого и весьма затруднённого водообмена, что является определяющим для перечисленных ниже особенностей.

3. Выделяемые горизонты и комплексы относятся к высоконапорным; воды к высокоминерализованным, насыщенным хлоридно-кальциевым рассолам, с минерализацией от 300 до 520 г/литр.

4. Выделяемые комплексы, как правило, характеризуются низкими значениями коэффициентов проводимости.

Необходимость изучения выделяемых водоносных комплексов определяется целесообразностью учёта фактической гидрогеологической и газодинамической ситуации в нижнепалеозойских кембрийских вмещающих породах, а именно оценки коллекторов, расположенных в отметках отработки. С целью обеспечения промышленной безопасности при ведении горных и очистных работ, а также защиты выработок рудников от загазованности и возможного затопления.

Цель работы – определение основных параметров и характеристик толщи вмещающих пород в околотрубном пространстве трубки Интернациональная в а.о. -660 до -1250 м, а

также выявление основных факторов, влияющих на интенсивность излива и продуктивность вскрываемых коллекторов.

Задачи исследований. Для достижения поставленной цели автору потребовалось решить следующие задачи.

1. Систематизировать и критически проанализировать имеющиеся материалы по гидрогеологическим и газодинамическим условиям месторождения трубки «Интернациональная».

2. Изучить строение, вещественный состав и условия формирования коллекторов отложений толбачанской, эльгянской, нелбинской и юрегинской свит.

3. Выявить, изучить и охарактеризовать закономерности излива и газодинамических явлений.

4. Выявить, изучить и охарактеризовать факторы, влияющие на интенсивность излива природных рассолов и изменения дебита пластовых газов.

5. Рассчитать коэффициент проводимости и характер его площадного распространения в околотрубочном массиве, как основного гидродинамического параметра.

Объект исследования – нижнекембрийские породы толбачанской, эльгянской, нелбинской и юрегинской свит, слагающие вмещающую толщу околотрубочного пространства на заданных отметках.

Фактический материал, методы исследований. В основу диссертации легли результаты работы автора в качестве рядового гидрогеолога и ведущего гидрогеолога Западно-Якутской геологоразведочной партии Мирнинской ГРЭ АК «АЛРОСА» ПАО в 2013-2017 гг.; и в качестве руководителя проекта Октябрьской геологоразведочной партии Вилуйской ГРЭ АК «АЛРОСА» ПАО в 2017 году, при проведении гидрогеологического сопровождения буровых работ на скважине №307 и опытных скважин, сооружаемых в подземных горных выработках рудника «Интернациональный».

Полевые и камеральные работы, выполнявшиеся автором, включали:

- документацию керна по сети опытных скважин, сооружаемых из подземных горных выработок и по скважине №307; автором лично в полевых условиях задокументировано и изучено более 2 тыс. погонных метров керна по данным скважинам;

- проведение режимных наблюдений по сети опытных скважин: замеры расходов рассолов, газов, компрессионные испытания; автором лично в полевых условиях и в подземных горных выработках выполнено более 17 тыс. замеров.

- составление отчётов с использованием физико-механических, коллекторских, теплофизических и гидрохимических анализов керновых проб пород толбачанской, эльгянской, нелбинской и юрегинской свит;

Анализы выполнялись в специализированных сертифицированных лабораториях аккредитованных организаций – ОАО НПП ВНИИГИС и «Якутнипроалмаз» АК АЛРОСА (ПАО).

В качестве ведущего гидрогеолога и руководителя проекта автор являлся ответственным исполнителем производственных отчетов, по проведенным работам и исследованиям, в том числе глав о гидрогеологических, инженерно-геологических и газодинамических условиях месторождения трубки «Интернациональная» для отчетов с подсчетом запасов алмазов и защитой их в ГКЗ МПР РФ.

Научная новизна и практическая значимость результатов исследований заключается в следующем:

1. В работе впервые проанализированы гидрогеологические и газодинамические условия трубки «Интернациональная», обосновано и доказано, что основным в отметках добычных X, XI, XII, XIII, XIV и XV блоков является толбачанский водоносный комплекс, состоящий из 15 пластов-коллекторов.

2. Впервые выявлены, изучены и охарактеризованы закономерности излива и газодинамических явлений по сети опытных скважин, сооруженных в подземных горных выработках на горизонте -790 рудника «Интернациональный».

3. Выявлены и охарактеризованы техногенные и природные факторы, влияющие на интенсивность излива природных рассолов и изменения дебита пластовых газов. Доказано их прямое или опосредованное влияние на режим и интенсивность излива природных рассолов.

4. Рассчитано и изучено площадное распространение коэффициента проводимости в околотрубочном массиве, как основного гидродинамического параметра, характеризующего толбачанский водоносный комплекс.

Защищаемые положения:

1. Толбачанский водоносный комплекс, состоящий из 15 пластов-коллекторов, является основным водоносным комплексом и влияет на обводнение месторождения трубки «Интернациональная» в а.о. от -660 до -1250 м.

2. Водопроницаемость коллекторов толбачанской свиты в пределах околотрубочного пространства, а также режим и интенсивность излива насыщенных природных рассолов по сети опытных скважин, контролируется малоамплитудной складчатой тектоникой, проявленной в виде: кимберлитовых жил, ступенчатых сбросов и флексурным перегибом слоёв вмещающих пород.

3. Ведение буровзрывных работ и изменение барометрического давления влияет на интенсивность излива природных насыщенных рассолов из коллекторов толбачанской свиты, причем техногенный фактор является доминирующим.

Апробация работы. Результаты и основные положения диссертации докладывались и обсуждались на совещаниях и конференциях: VIII-й Всероссийской научно-практической конференции для студентов, аспирантов и молодых учёных «Молодежь и научно-технический прогресс в современном мире» Мирный, 2017 г.), 20-х чтениях памяти П.Н. Чирвинского (Пермь, 2018 г.), Региональной научно-практической конференции «Современные проблемы и опыт гидрогеологических, инженерно-геологических и эколого-геологических исследований на территории Центрально-Черноземного региона» (Воронеж, 2018 г.), Всероссийской научно-практической конференции Геология и минерально-сырьевые ресурсы СВ России (Якутск, 2018 г.), XI международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Геология в развивающемся мире» (Пермь, 2018 г.), V Всероссийской научно-практической конференции «Эффективность геологоразведочных работ на алмазы: поргнозно-ресурсные, методические и инновационно-технологические направления её повышения» (Мирный, 2018 г.), XXVIII Всероссийской молодежной конференций «Строение литосферы и геодинамика» (Иркутск, 2019 г.).

Структура и объём диссертации.

Диссертация состоит из введения, восьми глав, заключения и списка литературы, насчитывающего 114 наименований отечественных и зарубежных изданий. Материал диссертации изложен на 177 страницах, иллюстрирован 38 рисунками, содержит 45 таблиц.

Благодарности.

Автор выражает глубокую благодарность за постоянное внимание и консультации д.г.-м.н. профессору С.В. Алексееву. За ценные замечания и помощь при подготовке работы автор благодарит д.г.-м.н., профессора В.М. Ненахова, д.г.-м.н. А.В. Толстова. За помощь и поддержку автор благодарен и признателен своему научному руководителю, д.г.-м.н., профессору В.Л. Бочарову.

1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1 Состояние изученности проблемы

Целенаправленные исследования гидрогеологических условий трубок Мало-Ботуобинского алмазоносного района были начаты во второй половине 50-х годов XX века, сотрудниками Амакинской ГРЭ и Западной экспедицией Института мерзлотоведения АН СССР. В ходе этих исследований были охарактеризованы основные аспекты криогидрогеологического строения пород верхнего и среднего кембрия, до глубины 500-700 метров от дневной поверхности.

Последующая добыча алмазов, потребовала дальнейшего планомерного изучения подмерзлотных рассолов и гидрогеологической характеристики вмещающих пород месторождений трубок «Мир» и «Интернациональная». Исследования были продолжены многими исследователями: Пиннекер Е.В., Алексеевым С.В., Алексеевой Л.П. Дроздовым А.В., Лобановым В.В., Иост Н.А. и др. В результате этих фундаментальных исследований были охарактеризованы криогидрогеологические условия месторождений. Полученные результаты позволили выполнить классификацию выделенных водоносных комплексов, провести стратификацию подмерзлотных рассолов до глубины 1000 метров от дневной поверхности. Был выделен и подробно изучен подмерзлотный надсолевой метегеро-ичерский водоносный комплекс. Межсолевые олекминский и толбачанский водоносные комплексы были изучены совместно, с первичным выделением зон обводнённости и газообильности [Дроздов, Иост, Лобанов и др., 2008].

Проведенные исследования позволяли отрабатывать коренное месторождение алмазов – трубка «Интернациональная» подземным способом с 1999 по 2018 гг, до глубины 1220 метров. Но уникальные параметры данного месторождения, как по содержанию, так и по стоимости карата добываемых алмазов, позволяют вести рентабельную отработку подземным способом до глубины 1650 метров. В настоящее время рудник «Интернациональный» достиг глубины 1245 метров. Дальнейшее развитие горных и добычных работ потребовало доизучения горно-геологических, гидрогеологических и газовых условий отработки в отметках X, XI, XII, XIII, XIV и XV добычных блоков (а.о. от -660 до -1250 м). Работы по изучению были выполнены Янниковым А.М. в 2014-2017 гг, в рамках разведочных объектов «Глубокий-3», «Глубокий-4» и эксплуатационно-разведочных работ за тот же период.

Необходимость гидрогеологического изучения пород толбачанской, эльгянской, нелбинской и юрегинской свит, продиктована безопасной отработкой данного месторождения, и накоплением опыта для последующей отработки других месторождений (в том числе алмазоносных трубок).

1.2 Методы исследований

Решение поставленных задач осуществлялось на основе полевых, лабораторных и теоретических исследований. Основными полевыми методами являлись эксперименты, проводимые автором данной работы самостоятельно, в отметках изучаемого интервала а.о. от -660 до -1308 м, включающего толщи осадочных пород толбачанской, эльгянской, нелбинской и юрегинской свит. В их состав входило:

- проведение натуральных поинтервальных экспериментов по скважинам, пробуренным как с поверхности, так и из подземных горных выработок, для оценки водообильности, газообильности и проницаемости толщ осадочных пород толбачанской, эльгянской, нелбинской и юрегинской свит, на основе поинтервальных постановок пласто-испытателей, выпусков пластовых вод и газов, компрессионных испытаний, газового каротажа;

- изучение литологических разностей осадочных пород толбачанской, эльгянской, нелбинской и юрегинской свит полевыми и лабораторными методами;

- оценка фильтрационных параметров осадочных пород толбачанской, эльгянской, нелбинской и юрегинской свит с использованием опытных откачек, режимных наблюдений по сети скважин, в том числе пробуренных из подземных горных выработок;

- отбор проб воды, газа, керн на разные виды анализов при бурении разведочных, дегазационных, геомеханических и опытных скважин;

- изучение разрывных нарушений, проявлений малоамплитудной тектоники, их картирование, вынесение на планы, выполняемое непосредственно в подземных горных выработках рудника «Интернациональный»;

- режимные наблюдения за расходами пластовых вод и газов по сети скважин, пробуренных из подземных горных выработок, необходимые для определения изменения динамики самоизлива вод.

При анализе полученных результатов широко использовались методы гидродинамики и гидравлики водонасыщенных сред в условиях неустановившегося и квазистационарного режимов. В ходе решения поставленных задач использовались общепринятые методики проведения гидрогеологических, геофизических, газовых и других исследований [Полевые..., 1961; Геофизические..., 1965; Климентов, Кононов, 1978; Методика..., 1979 и др.].

Лабораторные работы по химическому анализу подземных вод, растворённых и свободных пластовых газов, выполнялись в институте Якутнипроалмаз с использованием количественных и полуколичественных методов. Лабораторные определения физико-механических свойств горных пород осуществлялись в лаборатории геомеханики института Якутнипроалмаз. Определение коллекторских свойств литологических разностей осадочных

пород толбачанской, эльганской, нелбинской и юрегинской свит выполнялось ОАО НПП ВНИИГИС.

Теоретические исследования сводились к аналитическому решению задач по определению влияния выделенных природных и техногенных факторов на режим и интенсивность излива природных рассолов, методами сопоставления, корреляции, временного, планового и комбинированного прослеживания, статистического анализа. Оценка фильтрационных свойств выделенных коллекторов, определение гидродинамических параметров осуществлялась графоаналитическими и гидродинамическими методами.

2. ИСТОРИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ МИРНИНСКОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ

Россия считается сегодня крупнейшей в мире алмазодобывающей страной. По объему добытых алмазов она заметно опережает даже традиционного лидера – Ботсвану. История разработки отечественных алмазных месторождений насчитывает всего чуть больше шести десятилетий.

Еще Ломоносов в своем трактате “О слоях земных” предсказал открытие месторождений алмазов в России. Он писал: “Станем искать металлов, золота, серебра и прочих; станем добираться до отменных камней, аспидов и даже до изумрудов, яхонтов и алмазов. По многим доказательствам заключаю, что в северных недрах пространно и богато царствует натура...”

Первый алмаз на территории нашей страны был найден 4 июля 1829 года на Крестовоздвиженских золотых приисках в Пермской области. Произошло это по чистой случайности. Владелец прииска граф Полье впоследствии вспоминал: “Алмаз был найден 14-летним мальчиком из деревни, Павлом Поповым, который, имея в виду награждение за открытие любопытных камней, пожелал принести свою находку зрителю”. После этого случая все работники прииска начали усиленно искать “прозрачные камешки”. Вскоре в сейфе, где хранилось намытое золото, появились еще две подобные находки. В это время по Уралу путешествовал знаменитый географ и естествоиспытатель Александр Гумбольд, ему и доверили передать супруге императора изящную малахитовую шкатулку с первым уральским алмазом. Всего же до 1917 года в различных районах Урала старатели при отмывке золотоносных песков нашли около 250 алмазов, редких по красоте и прозрачности. Но очевидное присутствие алмазов на Урале не подтолкнуло к их систематическим поискам. В научном мире тех лет царили неверие и скепсис. В том числе и в отношении алмазоносных месторождений на территории России, а также достоверности известных находок. Так, в журнале “Дело” за 1872 год писалось, что алмазы в Крестовоздвиженскую россыпь были привезены из Бразилии и подброшены услужливыми доброжелателями Гумбольда, который задолго до находки предсказывал их открытие на Урале [Ваганов, 2000].

Планомерные поиски алмазов начались лишь в 1937 году на западном склоне Северного Урала. В результате алмазные россыпи были обнаружены на обширной территории, но, к сожалению, они оказались сравнительно небольшими по запасам драгоценного камня.

Во второй половине 30-х годов геологи А. П. Буров и В. С. Соболев установили, что из всех областей СССР наибольшее сходство с алмазоносными районами Южной Африки по

геологическому строению имеет территория Сибирской платформы. Именно здесь в 1938 году после специального постановления правительства начались активные поиски месторождений. Однако этим планам помешала война. Только после ее окончания была создана Тунгусская геологоразведочная алмазная экспедиция при Иркутском геологическом управлении. После двух лет поисков в 1948 году на одном из левых притоков реки Нижней Тунгуски был найден первый сибирский алмаз. Эта находка подтвердила прогнозы ученых об алмазоносности Сибирской платформы. Однако по-настоящему богатых россыпей в этом районе тоже не оказалось. Тогда было решено начать геологоразведку в центральной части Сибирской платформы, в бассейне реки Вилюй. Первый вилюйский алмаз был найден 7 августа 1949 года на косе Соколиной, в дальнейшем их число достигло 25. Итак, первые алмазы в Якутии были найдены, но возник вопрос, в каком направлении проводить дальнейшие поиски. В россыпях Вилюя и Мархи содержания алмазов оказались значительно выше, чем в месторождениях Урала, тем не менее, они были намного ниже, чем в россыпях, успешно отработывавшихся на юге Африки. Следовательно, необходимо было искать более богатые россыпи, а также его коренные источники, которые могли бы оказаться промышленными месторождениями. Было решено расширить поиск. Для этого в 1947 году была организована специализированная экспедиция, получившая название «Амакинской». В 1950 – 1951 годах ею было обнаружено в среднем течении реки Мархи несколько россыпей алмазов. В центре Якутии на берегу Вилюя в поселке Нюрба эта экспедиция построила собственную базу. Однако выйти на коренные месторождения алмазов в этом районе так и не смогла.

Одновременно изысканиями алмазоносных месторождений занимались ленинградские ученые-геологи из Научно-исследовательского института геологии Арктики и Всесоюзного геологического институт. Среди них была и потомственный геолог Наталья Сарсадских, которая еще в 1942 году, оказавшись в эвакуации на Урале, занималась поисками алмазов. В 1945 году, вернувшись в Ленинград, она стала работать полевым минералогом в Центральной экспедиции 3-го геологического управления Министерства геологии СССР. В 1948 году экспедиция Сарсадских отправилась в Якутию на поиск минералов пиропы и пикроильменита, спутников алмазов.

Поскольку пиропы и пикроильмениты в кимберлитах почти всегда в сотни раз больше, чем алмаза, естественно, что и в россыпях рек, размывающих кимберлиты, его обнаружить значительно легче, чем алмаз [Данилов, 2012]. Находка в россыпях пиропы - важнейшее открытие, вызвавшее революцию в методике поисков алмазных месторождений.

Обобщив материалы «пироповой съемки» и нанеся их на геологическую карту, Н.Н. Сарсадских и Л.А. Попугаева установили, что наибольшие скопления пиропы приурочены к району устья и приустьевой части левого притока Далдына - ручья Дьяха, и пришли к выводу,

что наиболее вероятное местоположение источника сноса - территория в районе этого ручья. В июне 1954 г. отряд Л.А. Попугаевой начал работу, и уже 21 августа 1954 г. Л.А. Попугаева обнаружила первую кимберлитовую трубку в СССР. В сентябре 1954 г. в тогдашней «столице» якутских алмазов пос. Нюрба Амакинская экспедиция провела совещание, посвященное открытию первой в Советском Союзе кимберлитовой трубки, названной «Зарница».

Совещание приняло решение, в котором были определены основные направления дальнейших работ, выделены первоочередные участки для их проведения, был «узаконен» как основной метод пироповой съемки. Важность этого совещания - первого после открытия кимберлитов в Западной Якутии трудно переоценить: оно положило начало новой эре в изучении алмазности не только Якутии, но и всей территории нашей страны и многих районов мира.

Открытие первой в нашей стране кимберлитовой трубки Зарница проложило путь к открытию новых кимберлитовых трубок в нашей стране. Осенью 1953 г. Н.В. Кинд нашла первый на правом берегу Вилюя алмаз. В геологическом отчете за 1953 г. после открытия «Находки» Н.В. Кинд пишет: «В 1954 г. необходимо провести мелкообъемное опробование участков долины, расположенных выше «Находки». Это ... поможет подойти к решению вопроса о коренных источниках вилюйских алмазов». Первым важность этой рекомендации оценил С.М. Журавлев, начальник партии №128, работавшей близ пос. Слюдюкар. Он на свой страх и риск в зимний период 1953-1954 гг. направил в район находки отряд горняков для опробования русловых галечников. Зимняя промывка проб дала поразительные результаты: в пробе объемом около 100 м³ был найден 91 кристалл алмаза. Алмазность здешних россыпей в среднем оказалась намного выше, чем на самом Вилюе. Таким образом, было окончательно доказано, что осенняя находка на Малой Ботуобии не случайна.

Опять, как это было не раз, среди геологов начались споры в отношении проведения дальнейших поисковых работ. Одна группа настаивала на том, что в бассейне Малой Ботуобии должна быть алмазная кимберлитовая трубка или несколько трубок, другая, наоборот, склонна была считать, что найденные здесь алмазы происходят из более древних россыпей, размываемых рекой или ее притоками. Так, Г. Х. Файнштейн и В.Д. Спальский в геологическом отчете за 1955 г., написанном уже после открытия кимберлитовой трубки Зарница, отмечали: «В бассейнах реки Ирелях и других рек южной части Вилюйского бассейна, вероятнее всего, происходит современный размыв промежуточных источников алмазов». В итоге, на щихо-минералогические поиски в 1954 г. в район Малой Ботуобии было направлено два отряда геологов: один от партии №132 под руководством Н.В. Кинд, другой от партии №128 в составе И. Галкина, Г. Белозерова и Л. Коминой. вскоре партия

№128 установило, что выше устья р. Ирелях - левого притока Малой Ботубии - содержание алмазов заметно снизилось. Было высказано предположение, что именно Ирелях выносит большую часть алмазов в Малую Ботубию.

Проверить это предположение взялись те же два отряда геологов. Несмотря на приближающуюся осень, после успешного завершения геологической съемки отряд партии №132 направился на Ирелях с целью отбора шлихов из русловых отложений. Примерно в 20 км от устья в шлихе, отмытом из небольшой косы, было обнаружено 10 кристаллов алмаза. Место находки получило название «алмазная лужа». В результате было установлено, что в русле Иреляха выше нее содержание пиропа резко снижается. Кроме того, в шлихе из отложений этой реки М.А. Гневушевым был обнаружен пикроильменит - второй по важности после пиропа спутник алмаза. По этим находкам Н.В. Кинд составила геологическую карту с выделением участка наиболее вероятного нахождения кимберлитового тела.

13 июня 1955 г. поисковый отряд под руководством Ю.И. Хабардина в составе прораба-геолога Е.Н. Елагиной, через три дня после начала полевых работ открыл крупнейшее в мире коренное месторождение алмазов - кимберлитовую трубку Мир [Харькив, Зинчук, Акишев и др., 1997].

Также хотелось бы отметить, историю появления такого необычного названия трубки - Мир. Широко известны слова телеграммы, в которой сообщалось руководству Амакинской экспедиции об открытии трубки: «Закурили трубку мира, табак отличный». Обычно такой текст телеграммы связывают с работавшим в то время в Москве Всемирным конгрессом сторонников мира. Иное объяснение появлению этого текста дает в статье, подготовленной для газеты «Мирнинский рабочий», одна из первооткрывателей трубки Е.Н. Елагина. Она пишет следующее: «...почему возник текст нашумевшей радиogramмы: «Закурили трубку мира зпт табак отличный тчк Авдеенко, Елагина, Хабардин тчк». Не так давно Ю.И. Хабардин объяснил, что текст был навеян проходившим в ту пору Всемирным конгрессом сторонников мира. Но это не может быть правдой потому, что на протяжении долгого времени мы были отрезаны от внешнего мира, не держали в руках свежих газет и понятия не имели, какие происходят международные события ... После открытия кимберлитовой трубки у нас возникла не менее трудная задача - сообщить об этом в экспедицию. Смысл текста, который предстояло передать в эфир, должен был остаться непонятен для всех, кроме руководства экспедиции...» [Харькив, Зинчук, 1997].

Из специальной литературы было известно, что в Южной Африке кимберлитовые трубки размещаются обычно кустами. Тенденция к групповому расположению трубок была выявлена и в Далдыно-Алакитском районе, где была обнаружена «Зарница», уже в первые годы после ее открытия.

Иначе дело обстояло в районе трубки Мир [Харькив, Зинчук и др., 1997; 1998]. В 1957 г. при разведке тр. Мир в 130 м от ее границы случайно была обнаружена небольшая трубка, названная Спутник. Открытие следующих кимберлитовых трубок в районе состоялось в 1959 г. В 1958 г. поисковый отряд под руководством М.И. Попова в верховье р. Юлегир обнаружил локальный ореол минералов-спутников алмаза. Весной 1959 г. при заверке одной из магнитных аномалий шурфом был вскрыт кимберлит. Новую трубку назвали Амакинская. Она, однако, оказалась слабоалмазоносной.

В августе того же года поисковым отрядом М.И. Попова шлиховым опробованием была открыта трубка Таежная, алмазоносность которой не достигала промышленных значений. Обнаружение двух новых трубок на удалении 10-15 км от трубки Мир свидетельствовало, что территория алмазоносного района охватывает много десятков квадратных километров. Это позволяло надеяться на открытие новых месторождений алмазов. Вскоре эти надежды оправдались: в 1965 г. была обнаружена очень богатая, но небольшая по размерам трубка им. XXIII съезда КПСС.

Следующее пятилетие поисковых работ в районе не принесло желаемых результатов, несмотря на рост объемов поисковых работ. Лишь весной 1969 г. геологам улыбнулась удача: было открыто богатое кимберлитовое месторождение - трубка Интернациональная.

В конце 1968 г. в 15-20 км к юго-западу от трубки Мир одна из партий Ботуобинской экспедиции занималась выяснением масштабов углепроявления, зафиксированного до этого в осадочных породах юрского возраста. Руководил работами опытный геолог-поисковик М.И. Попов, участвовавший в открытии трубок Амакинская и Таежная. Специалисты надеялись, что если мощность пласта и качество угля будут соответствовать существующим требованиям, то уголь можно будет использовать для нужд алмазодобывающей промышленности и растущего города, но, к сожалению, качеством он не отвечал необходимым кондициям. Бурение скважин близилось к завершению, когда одна из них на глубине первых десятков метров вскрыла слой своеобразной породы. Документировавший керн этой породы в то время молодой специалист В.М. Судаков обнаружил в ней исключительно много зерен пироба, ярко выделяющихся малиновым и фиолетово-красным цветом на ее зеленом фоне. М.И. Попов отобрал небольшую пробу пиробоносной породы и принес ее А.Д. Харькиву на консультацию. А.Д. Харькив установил, что они существенно различаются, а значит, исследуемые пиробы вынесены из пока не обнаруженного кимберлитового тела. Поскольку в керновых пробах пиробоносной породы стали попадаться кристаллы алмазов, нетрудно было прийти к выводу, что коренной источник будет иметь повышенную алмазоносность. Оставалось самое главное - найти этот источник. Естественно, об угле сразу же забыли, все усилия были направлены на поиски трубки. Руководил работами

геолог В.М. Судаков. Прошло несколько месяцев интенсивных поисков, и вот 4 июня 1969 г. старший техник-геолог В.Ф. Романов в одном из шурфов на глубине около 10 м встретил кимберлит. Обогащение первых проб кимберлита показало его промышленную алмазоносность. Так было открыто еще одно коренное месторождение алмазов. Через короткое время началась промышленная отработка трубки.

Трубка Интернациональная в период ее эксплуатации служила «палочкой-выручалочкой» для объединения «Якуталмаз». Всегда, когда нужно было выполнить задание правительства по дополнительной к плану добыче алмазов, направляли самосвалы на трубку, и не было случая, чтобы трубка подвела [Харькив, Зинчук и др., 1997; 1998].

В поисках коренных месторождений алмазов в Якутии в конце 40-х - середины 50-х – начала 70-х гг. можно выделить несколько этапов:

1 этап (1948-1950) - изучение алмазоносности р. Вилюй.

2 этап (1950-1953) - расширение территории поисков месторождений алмазов, изучение алмазоносности р. Оленек, изучение алмазоносности правых притоков р. Вилюй и верхних притоков р. Мархи Амакинской экспедицией.

3 этап. Открытие в 1953 г. в бассейне р. Далдын своеобразной пироп-ильменитовой шлихоминералогической ассоциации, которое перевернуло теоретические представления геологов о коренных источниках алмазов на Сибирской платформе. На основании этого пироп и ильменит были выдвинуты как возможные спутники алмазов. В результате проведенных работ 21 августа 1954 г. Л.А. Попугаевой была открыта первая кимберлитовая трубка Зарница.

4 этап. В 1953 г. Н.В. Кинд установила алмазоносность нижнего течения р. М. Ботуобия. В 1955 г. геологи открыли несколько коренных месторождений, среди которых легендарные трубки «Мир», «Удачная», «Сытыканская».

5 этап. 1955-1971 г. Период массовых дифференцированных поисков и разведки богатых алмазоносных районов в Якутии, промышленного освоения открытых коренных месторождений алмазов. Открытие трубок «Айхал», «Амакинская», «Таежная», «Интернациональная», «Дачная»

Всего в рамках Мирнинского кимберлитового поля было выявлено 9 кимберлитовых тел (7 трубок взрыва и 2 самостоятельные жилы), которые прорывают кембрийские терригенно-карбонатные отложения [Колганов, Акишев, Дроздов, 2013]. Пять кимберлитовых тел полностью перекрыты маломощной толщей нижнеюрских терригенных отложений. Трубки «Мир» и «Интернациональная» представляют собой сложно построенные магматические системы [Егоров, 1985], сопровождаемые секущими дайками и жилами. Площадь тел варьирует 0,14 до 12,3 га.

Пять из семи трубок мирнинского кимберлитового поля являются промышленными месторождениями, а именно: трубки Мир, Спутник, Дачная, Интернациональная и имени XXIII съезда КПСС; две из семи трубки Таёжная и Амакинская – имеют статус забалансовых месторождений. Жилы Ан-21 и Южная – убогоалмазоносны [Батугин, 1998; Минорин 2000; Акишев и др, 2012].

На настоящий момент добыча алмазов ведётся на месторождении трубки «Интернациональная». Трубка Мир находится на реконструкции, а месторождения Спутник, Дачная и имени XXIII съезда КПСС отработаны.

Основными месторождениями, повлиявшими на промышленное развитие города Мирный, являются месторождения трубок Мир и Интернациональная. Остановимся на освоении данных месторождений более подробно.

Трубка Мир обрабатывалась открытым способом [Акишев, Бахтин, Власов и др., 2004; Колганов, Акишев, Дроздов, 2013] с 1957 по 2000 гг. до глубины 525 м (абсолютная отметка -190 м) при полном вскрытии метегеро-ичерского водоносного комплекса. Производительность карьера составляла 3,5 млн. тонн в год. Размеры карьера: по поверхности 1200×1100 м; по дну 70×190 м. [Колганов, Акишев, Дроздов, 2013].



Рис.2.1 Карьер трубки «Мир»

После завершения работ открытым способом [Медведев, Васильев, Акишев и др., 2004], было принято решение о продолжении отработки месторождения подземным способом. Строительство рудника началось в 2004 году с проходки клетьевого и скиповых стволов.

Добычные работы на месторождении в период с 2009 по август 2017 года реализовывалась, согласно проектных решений «сухой» консервации, заключавшихся в засыпке карьера до отметки -160 м абс., создании грунтово-пленочного противофильтрационного экрана и заглубленного карьерного водоотлива на отметке -141 м абс. Отработка месторождения согласно данного проекта осуществлялась подземным способом слоевой системой разработки с твердеющей закладкой и комбайновой выемкой слоев тупиковыми лентами по камерно-целиковой схеме в нисходящем порядке [Акишев, Зырянов, Колганов и др., 2012]. В 2009 г. введен I пусковой комплекс. В 2016 году рудник вышел на проектную добычную мощность в 1 млн. тонн в год. Добычные работы осуществлялась на трёх горизонтах (-210, -310, -410 – запасы первой очереди отработки) [Акишев, Бахтин и др., 2003].

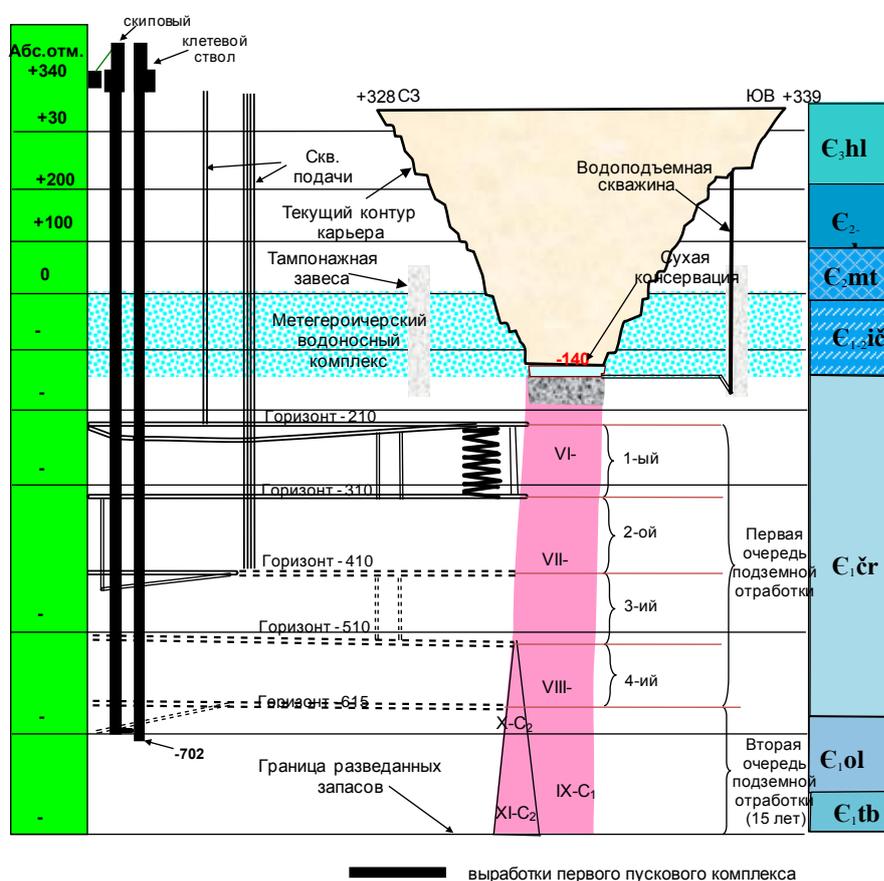


Рис.2.2 Схема отработки месторождения трубки «Мир» (В.Ф. Колганов, А.Н. Акишев, А.В. Дроздов «Горно-геологические особенности коренных месторождений алмазов Якутии»)

В плане трубка «Мир» имеет форму неправильного овала, вытянутую в северо-западном направлении. Кимберлитовая трубка прорывает силл и дайку диабазов. Размеры рудного тела на дневной поверхности составляли: по длинной оси 487 м, по короткой – 330 м. С глубиной трубка постепенно сужается, в разрезе имеет воронкообразную форму, с падением стенок от близкого к вертикальному с северо-восточной стороны до наклонного с северо-

западной стороны, при углах падения до $60-75^{\circ}$. Вмещающие породы представлены двумя группами формаций – осадочных и магматических пород. Осадочные породы включают в себя терригенно-карбонатные, сульфатно-карбонатные и галогенно-карбонатные отложения кембрийского возраста, магматические отложения – вулканогенную и трапповую формации. Среди осадочных пород ведущую роль играют известняки, доломиты, гипсы и соли, подчиненное значение занимают песчаники, мергели, алевролиты и аргиллиты. В пределах месторождения трапповая формация представлена долеритами и габбро-долеритами верхнедевонского возраста. Молодые образования – кимберлитовые трубки и жилы имеют четкий контакт с вмещающими породами, но неровный, с многочисленными выступами и апофизами кимберлитов в осадочные толщи. Контакт сопровождается зонами брекчирования и интенсивной трещиноватости мощностью от 0,5 до 10-15 м. Кимберлитовая трубка сложена однообразными по составу породами: среднеобломочным кимберлитом [Колганов, Акишев, Дроздов, 2013].

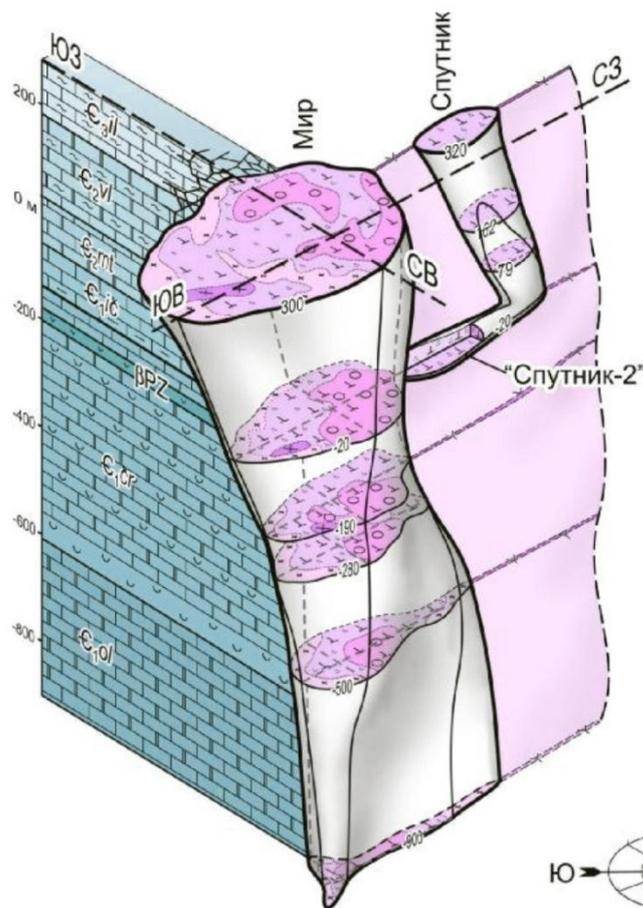


Рис. 2.3 Геологическая модель месторождения трубки Мир (В.Ф. Колганов, А.Н. Акишев, А.В. Дроздов «Горно-геологические особенности коренных месторождений алмазов Якутии»)

В настоящий момент, после произошедшей в августе 2017 года аварии, рудник находится на реконструкции. Ведётся разработка проектных решений, позволяющих отработать месторождение до границы разведанных запасов.

Трубка Интернациональная обрабатывалась открытым способом [Акишев, Зырянов, Колганов и др., 2012] в два этапа. Первый этап был осуществлён с 1971 по 1981 гг. до глубины 284 м (абсолютная отметка +116 м). Второй этап – повторная реконструкция карьера с увеличением глубины отработки [Колганов, Акишев, Дроздов, 2013] до 315 м (абсолютная отметка +85 м), была выполнена в период с 2005 по 2010 гг. Вскрытие метегеро-ичерского водоносного комплекса открытой горной выработкой не произошло. Производительность карьера составляла 0,5 млн. тонн в год. Размеры карьера: по поверхности 680×660 м; по дну 115×75 м. [Колганов, Акишев, Дроздов, 2013].



Рис.2.4 Карьер трубки «Интернациональная»

После завершения первого этапа работ открытым способом, было принято решение о продолжении отработки месторождения подземным способом. Строительство рудника началось в 1975 году с проходки клетьевого и скиповых стволов [Акишев, Зырянов, Колганов и др., 2012].

В 1999 г. введен I пусковой комплекс. В 2003 году рудник вышел на проектную добычную мощность в 0,5 млн. тонн в год. Отработка месторождения осуществляется подземным способом слоевой системой разработки с твердеющей закладкой и комбайновой выемкой слоев тупиковыми лентами по камерно-целиковой схеме в нисходящем порядке [Акишев, Чадаев и др., 2008]. В настоящее время (2018 год) добычные работы осуществляются на отметках от -770 до -810 м (запасы первой и второй очередей отработки).

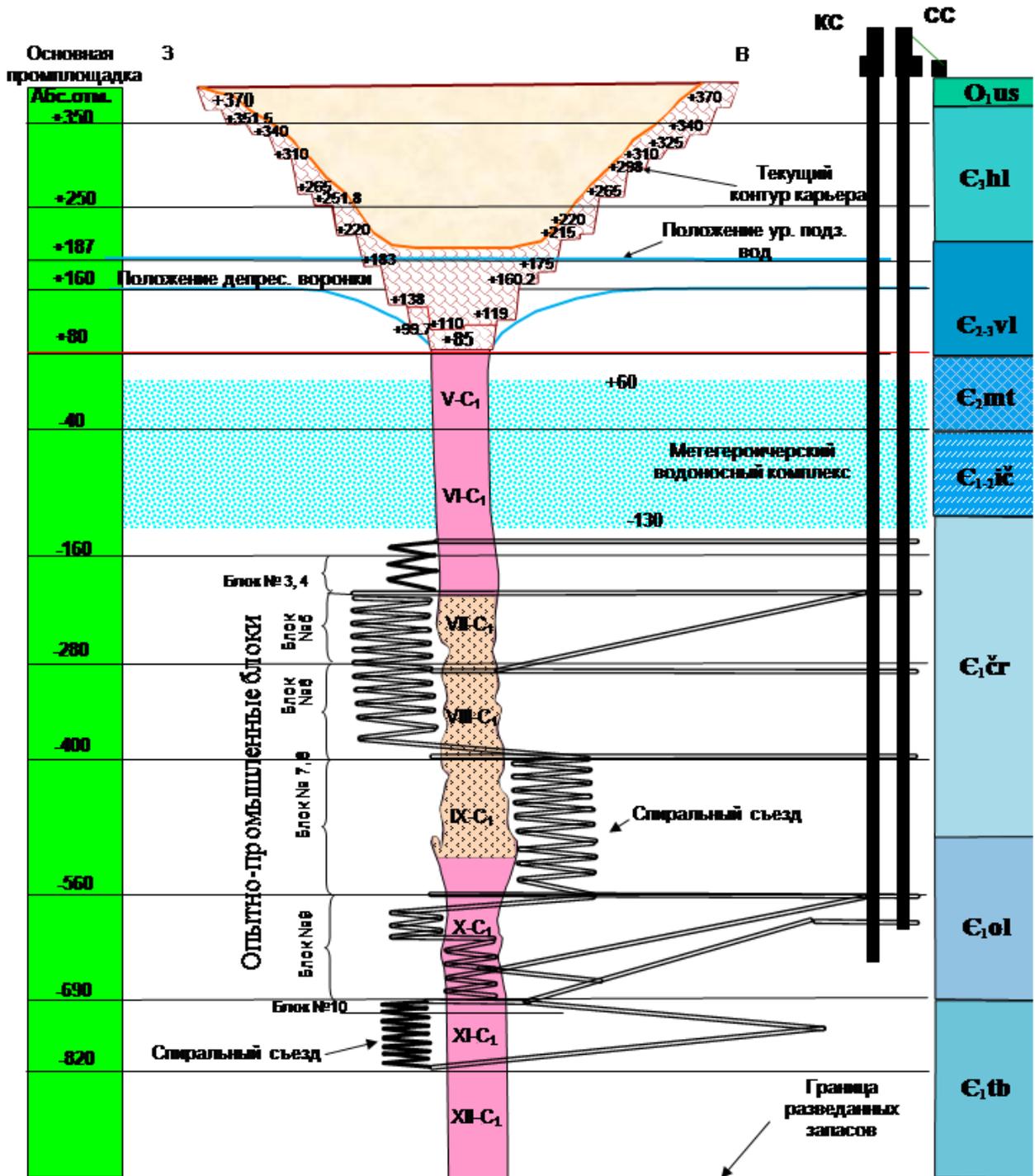


Рис.2.5 Схема отработки месторождения трубки «Интернациональная» (В.Ф. Колганов, А.Н. Акишев, А.В. Дроздов «Горно-геологические особенности коренных месторождений алмазов Якутии»)

Кимберлитовая трубка «Интернациональная» в доюрском эрозионном срезе имела форму неправильного овала, вытянутого в северо-западном направлении с размерами 152 м по длинной оси и 112 м – по короткой. Площадь поперечного сечения рудного тела составляла 12700 м². В приповерхностной части (до глубины 70 м) рудное тело характеризовалось сравнительно пологими (до 45-700 к горизонту) контактами с вмещающими породами и

представляло собой конусообразную форму. Далее на глубину контакты приобретали более крутое падение, рудное тело постепенно приняло форму цилиндрического канала с почти вертикальными контактами. Морфология рудного тела в вертикальном разрезе напрямую зависит от литологического состава вмещающих пород. В пределах карбонатных пластов (уже при мощности 1,5-2,0 м) наблюдается заужение рудного тела, а в пачках солей оно увеличивается в объеме за счет растворения солей газо-жидкостными флюидами кимберлитового расплава.

Трубка «Интернациональная» прорывает субгоризонтально залегающие галогенно-карбонатные и терригенно-карбонатные отложения нижнего палеозоя. С поверхности она была перекрыта маломощной (до 9,2 м) толщей нижнемезозойских отложений. Кимберлитовые породы состоят из псевдоморфоз серпентина и кальцита по оливину, единичных зерен пирропа, хромшпинелида и пикроильменита, сцементированных карбонат-серпентиновым агрегатом. Из ксенолитов распространены обломки карбонатных пород нижнего палеозоя (5-15 %, редко 30 %), в небольших количествах присутствуют траппы, обнаружены единичные обломки кристаллических сланцев фундамента сибирской платформы [Колганов, Акишев, Дроздов, 2013].

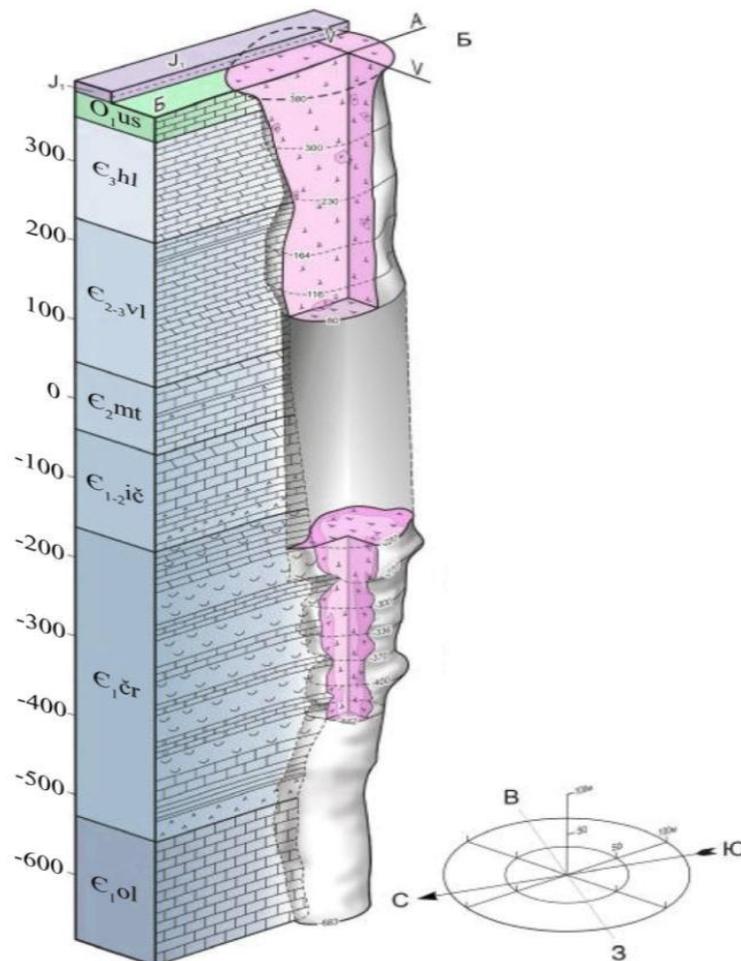


Рис. 2.6 Геологическая модель трубки Интернациональная (В.Ф. Колганов, А.Н. Акишев, А.В. Дроздов «Горно-геологические особенности коренных месторождений алмазов Якутии»)

3. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИРНИНСКОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ

Геологическое строение Мало-Ботуобинского района, к которому приурочена трубка «Интернациональная», определяется принадлежностью его к зоне сочленения восточной части Тунгусской, западной части Вилюйской синеклиз и Мирнинского выступа Непско-ботуобинской антеклизы. Зона сочленения этих структур совпадает с положением Ботуобинской седловины, что определяет специфичность геологического строения, выразившаяся в широком развитии пликативных и дизъюнктивных дислокаций, проявлений основного и ультраосновного магматизма, различных полезных ископаемых [Геологическое строение СССР..., 1987].

3.1 Стратиграфия

В геологическом строении разреза выделяются два структурных этажа. Нижний структурный этаж соответствует кристаллическому фундаменту архейского и раннепротерозойского возраста и сложен глубоко метаморфизованными дислоцированными породами, представленными гранитогнейсами [Бобров, 1962].

Образования осадочного чехла представлены карбонатно-терригенными отложениями венда, галогенно-карбонатными, терригенно-карбонатными осадками кембрия. Общая мощность осадочной толщи изменяется от 2114 до 2206 м. Структурные этажи разделены между собой перерывами в осадконакоплении, угловыми и стратиграфическими несогласиями.

Нижнепалеозойские отложения перекрыты осадками нижней юры (укугутская, оруктахская, вакунайкинская свиты) и современного возраста. Магматические образования пользуются незначительным распространением и представлены не выходящими на поверхность sillами долеритов, а также дайками долеритов, выполняющими региональные разломы (Рис 3.1).

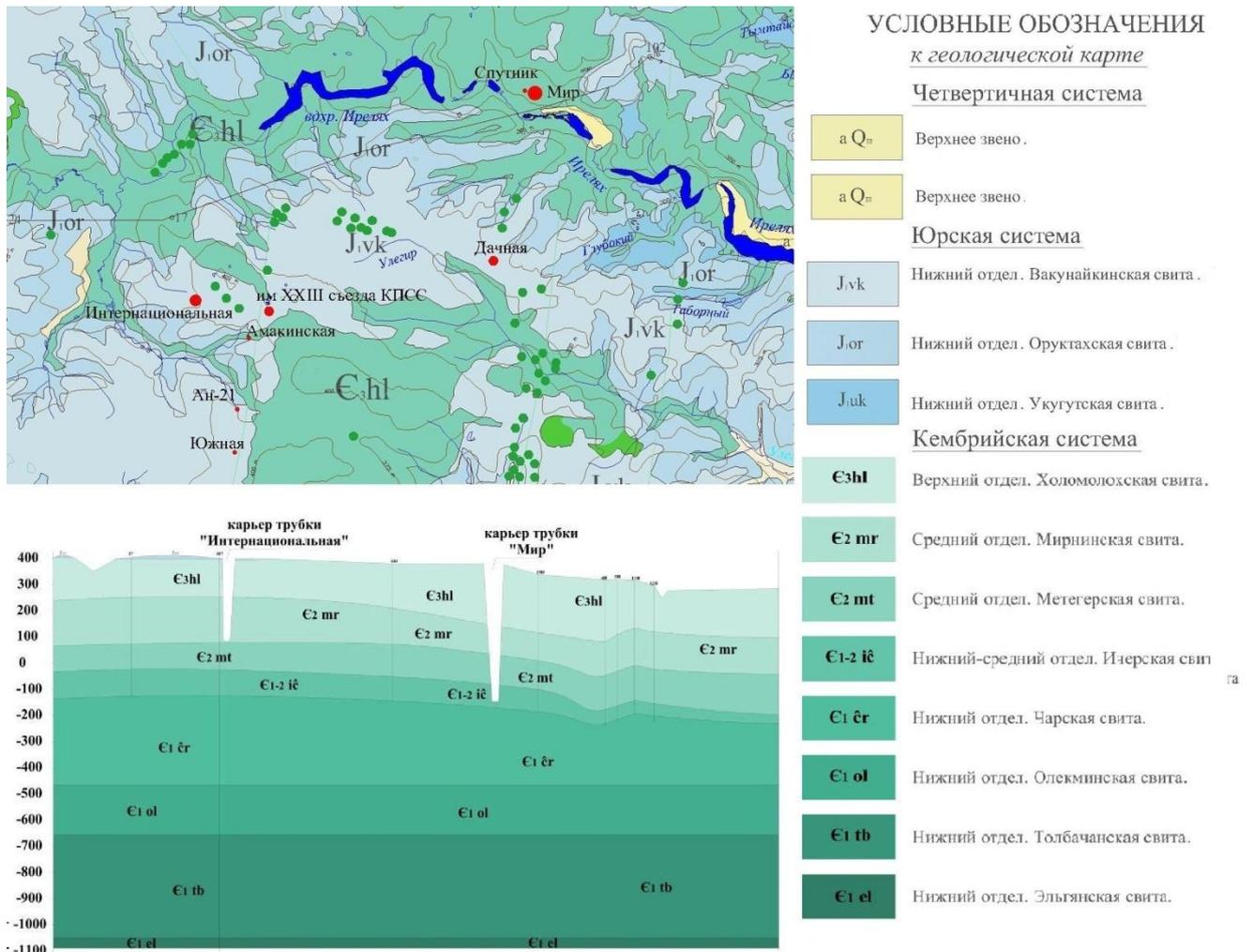


Рис. 3.1 Геологическая карта изучаемого участка (составлена по материалам Ботубинской и Мирнинской ГРЭ)

Архей-нижний протерозой

Кристаллические породы фундамента представлены гнейсами, гранитогнейсами. Вскрыты нефтепоисковыми скважинами на глубинах 1955-2421 м.

Венд

Терригенные отложения этого комплекса с резким несогласием залегают на породах фундамента и представлены курсовской, бюкской, успунской и кудулахской свитами (последние три входят в состав иктехской серии) [Гиниятулин, Блажкун, Ивашина, Коробков и др., 1989].

Курсовская свита (V kr) выделена в 1979 году П.Н. Колосовым и В.И. Авдеевой. Свита сложена песчаниками, алевролитами, аргиллитами с тонкими прослоями мергелей и доломитов в кровле. Аргиллиты серые и тёмно-серые, часто с зеленоватым оттенком, алевролитистые, участками доломитистые. Алевролиты зеленовато-серые до серых, глинистые, тонок- неяснослоистые. Песчаники серые до тёмно-серых, мелко- среднезернистые, кварцевые, на карбонатном цементе [Гиниятулин, Блажкун, Ивашина, Коробков и др., 1989].

Песчаники и алевролиты обладают хорошими коллекторскими свойствами, в ряде случаев являются коллекторами для скоплений углеводородов. Непосредственно в свите выделяют два продуктивных горизонта талахский и хамакинский. Первый приурочен к средней части свиты, второй – к её кровле.

Курсовская свита залегает на эродированной поверхности кристаллического фундамента, перекрывается породами бюкской свиты. Мощность отложений свиты изменяется от 15 до 35 м.

Бюкская свита (V bk) выделена в 1982 году П.Н. Кокоулиным. Свита разделена на две подсвиты [Гиниятулин, Блажкун, Ивашина, Коробков и др., 1989].

Нижняя подсвита сложена песчаниками с прослоями алевролитов и аргиллитов. Песчаники светло-серые, мелко-среднезернистые, в подошве до гравеллитов, олигомиктовые, кварцевые, на карбонатном цементе. Алевролиты серые до зеленовато-серых, глинистые. Аргиллиты темно-серые, алевритистые. Песчаники обладают хорошими коллекторскими свойствами, в ряде случаев являются коллекторами для промышленных скоплений углеводородов (месторождения Среднеботуобинское, Таас-Юряхское, Иреляхское).

Верхняя подсвита сложена доломитами, ангидритами, мергелями.

Бюкская свита несогласно залегает на курсовской свите, перекрывается породами успунской свиты. Общая мощность отложений 150-160 м.

Успунская свита (V us) сложена глинистыми доломитами, мергелями, аргиллитами. Доломиты серые, глинистые, на некоторых участках известковистые, отмечаются стилолитовые швы. Мергели темно-серые, доломитовые. Аргиллиты темно-серые, местами тонкослоистые. Успунская свита несогласно залегает на породах бюкской свиты, перекрывается породами кудулахской свиты. Мощность свиты 85-156 м [Гиниятулин, Блажкун, Ивашина, Коробков и др., 1989].

Кудулахская свита (V kd) сложена доломитами, известняками, мергелями и аргиллитами. Кудулахская свита содержит меньшее количество глинистых пород, по сравнению с нижележащей успунской свитой. Доломиты серые, до темно-серых, с примазками битумов. Известняки серые, с выпотами и примазками битумов. Мергели темно-серые, доломитовые, тонкослоистые. Аргиллиты темно-серые до чёрных [Гиниятулин, Блажкун, Ивашина, Коробков и др., 1989]. Кудулахская свита согласно залегает на породах успунской свиты, перекрывается породами юряхской свиты. Мощность свиты 50-119 м.

Венд – нижний кембрий.

Юряхская свита (V1–C1 jur) выделена в 1985 году по рекомендации 2-го коллоквиума по корреляции разрезов венда-кембрия Сибирской платформы [Гиниятулин, Блажкун, Ивашина, Коробков и др., 1989]. Свита разделена на две подсвиты.

Нижняя подсвита сложена известняками и доломитами. Доломиты серые до серо-зелёных, неравномерноглинистые. Известняки серые до серо-коричневых. В карбонатных породах отмечаются стилолитовые швы, мелкие стяжения пирита, и единичные примазки и выпоты битумов и малът. На некоторых участках породы содержат остатки микрофитоцитов и строматолитов.

Верхняя подсвита сложена доломитами, известняками с прослоями мергелей и аргиллитов. Доломиты серые, до серо-коричневых, на некоторых участках известковистые, неравномерноглинистые, с обильными примазками и выпотами битумов, нефтей и малът. Известняки серые, строматолитовые. Мергели коричнево-серые, доломитовые, горизонтально-слоистые. Аргиллиты зеленовато-серые, плитчатые.

Карбонатные породы свиты, могут выступать коллекторами, для промышленных скоплений углеводородов (Верхневилуичанское месторождение).

Юряхская свита согласно залегает на породах кудулахской свиты, перекрыта породами билирской свиты. Мощность 67–76 м.

Кембрийская система

Нижний отдел

Посвитная корреляция нижнекембрийских отложений в пределах трубки Интернациональная приведена в таблице 2.1. Схема расположения скважин приведена на рисунке 3.2

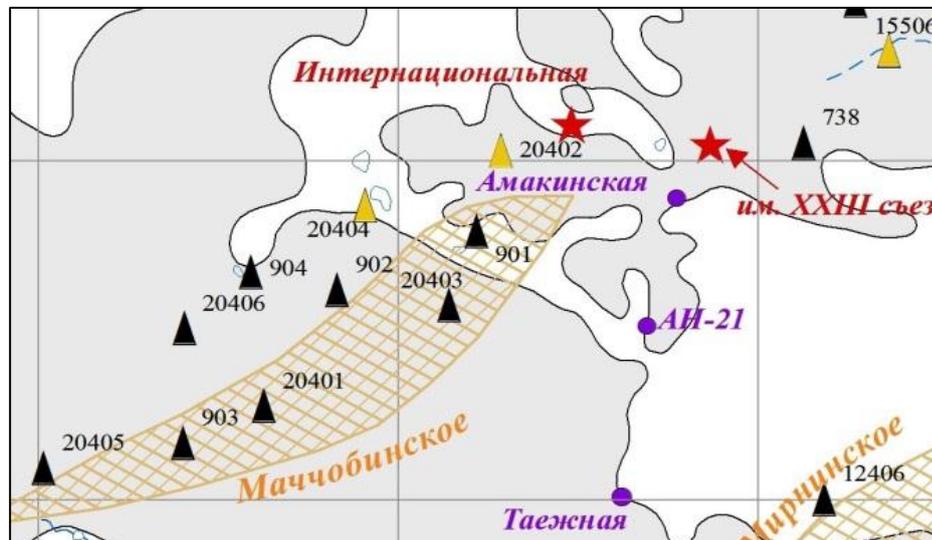


Рис. 3.2 Схема расположения опорных нефтепоисковых скважин №№ 903, 20401, 20402, 20403, 20404, 20405, 20406

Корреляционная таблица отложений нижнего кембрия в пределах изучаемого участка

№№ пп	№№ скв.	Абс. отм. Устья, м.	Глубина скв., м.	Стратиграфические границы (по подошве свиты)															V	
				Чарская		Олекминская		Толбачанская		Эльганская		Нелбинская		Юрегинская		Билирская (Осинский)		Юряхская		
				Є _{1cr}		Є _{1ol}		Є _{1tb}		Є _{1el}		Є _{1nl}		(Є _{1jrg})		Є _{1bl}		Є _{1jur}		
				подошва	мощность, м.	подошва	мощность, м.	подошва	мощность, м.	подошва	мощность, м.	подошва	мощность, м.	подошва	мощность, м.	подошва	мощность, м.	подошва		мощность, м.
1	20405	362,9	2146	<u>787</u> -424,1	407,0	<u>885</u> -522,1	98,0	<u>1254</u> -891,1	369,0	<u>1302</u> -939,1	48,0	<u>1352</u> -989,1	50,0	<u>1641</u> -1278,1	289,0	<u>1693</u> -1330,1	52,0	<u>1761</u> -1398,1	68,0	<u>2131</u> -1768,1
2	20406	350,9	2161	<u>811</u> -460,1	445,0	<u>911</u> -560,1	100,0	<u>1261</u> -910,1	350,0	<u>1320</u> -969,1	59,0	<u>1376</u> -1025,1	56,0	<u>1635</u> -1284,1	259,0	<u>1689</u> -1338,1	54,0	<u>1756</u> -1405,1	67,0	<u>2158</u> -1807,1
3	20404	329,8	2153	<u>830</u> -500,2	441,0	<u>932</u> -602,2	102,0	<u>1286</u> -956,2	354,0	<u>1342</u> -1012,2	56,0	<u>1394</u> -1064,2	52,0	<u>1627</u> -1297,2	233,0	<u>1681</u> -1351,2	54,0	<u>1750</u> -1420,2	69,0	<u>2132</u> -1802,2
4	20402	385,6	2190	<u>888</u> -502,4	433,0	<u>991</u> -605,4	103,0	<u>1344</u> -958,4	353,0	<u>1403</u> -1017,4	59,0	<u>1455</u> -1069,4	52,0	<u>1685</u> -1299,4	230,0	<u>1740</u> -1354,4	55,0	<u>1816</u> -1430,4	76,0	<u>2190</u> -1804,4
5	301	401,3	1208,9	<u>909,7</u> -508,4	349,5	<u>1092,8</u> -691,5	183,1	<u>1208,9</u> -807,6	<u>116,1</u> вскрытая											
6	302	399,4	1250,0	<u>892,8</u> -493,4	340,0	<u>1072,4</u> -673	179,6	<u>1250,0</u> -850,6	<u>177,6</u> вскрытая											
7	306	400,0	1450	<u>879,5</u> -479,5	337,5	<u>1042,5</u> -642,5	163,0	<u>1411,1</u> -1011,1	368,6	<u>1450,0</u> -1050,0	<u>38,9</u> вскрытая									
8	307	399,7	1708,3	<u>907,6</u> -507,9	421,3	<u>1064,5</u> -664,8	156,9	<u>1442,8</u> -1043,1	378,3	<u>1480</u> -1080,3	36,5	<u>1523</u> -1123,3	43,5	<u>1707,8</u> -1308,1	184,8	<u>1708,3</u> -1308,6	<u>0,5</u> вскрытая		-	
Мачюбинское НК месторождение																				
9	903	376	2165	<u>819</u> -443	414	<u>923</u> -547	104,0	<u>1283</u> -907	360	<u>1329</u> -953	46	<u>1370</u> -994	41,0	<u>1638</u> -1262	309	<u>1690</u> -1314	52,0	<u>1759</u> -1383	69,0	<u>2135</u> -1759
10	20401	380,7	2147	<u>936</u> -555,3	441	<u>1032</u> -651,3	96,0	<u>1391</u> -1010,3	359	<u>1442</u> -1061,3	51	<u>1495</u> -1114,3	53,0	<u>1683</u> -1302,3	241	<u>1738</u> -1357,3	55,0	<u>1805</u> -1424,3	67,0	<u>2139</u> -1758,3
11	20403	342,4	2131	<u>853</u> -510,6	419,0	<u>956</u> -613,6	103,0	<u>1309</u> -966,6	353,0	<u>1368</u> -1025,6	59,0	<u>1423</u> -1080,6	55,0	<u>1609</u> -1266,6	186,0	<u>1664</u> -1321,6	55,0	<u>1732</u> -1389,6	68,0	<u>2121</u> -1778,6

Билирская свита (Є1 bl) – выделена в 1985 году по рекомендации 2-го коллоквиума по корреляции разрезов венда-кембрия Сибирской платформы. Свита разделена на две подсвиты [Гиниятулин, Блажкун, Ивашина, Коробков и др., 1989].

Нижняя подсвита сложена доломитами с прослоями известняков и аргиллитов. Доломиты серые до серо-коричневых, на некоторых участках известковистые, с прослоями водорослевых. Известняки серые, неравномерноглинистые. Аргиллиты зеленовато-серые, плотные, горизонтально слоистые.

Верхняя подсвита сложена известняками с прослоями доломитов, мергелей и аргиллитов. Известняки светло-серые, водорослевые, с примазками битума. Доломиты серые, неравномерноглинистые. Мергели тёмно-серые, доломитистые, тонкогоризонтальнослоистые. Аргиллиты темно-серые, плотные, слоистые.

Карбонатные породы верхней части нижней подсвиты обладают хорошими коллекторскими свойствами (осинский продуктивный горизонт), в ряде случаев являются коллекторами для промышленных скоплений углеводородов (месторождения Среднеботуобинское, Таас-Юряхское).

Билирская свита согласно залегает на породах юряхской свиты, перекрыта породами юрегинской свиты. Мощность 52-55 м [Гиниятулин, Блажкун, Ивашина, Коробков и др., 1989].

Атдабанский ярус

Юрегинская свита (Є1 jur) – выделена в 1980 году П.Н. Колосовым и В.И. Авдеевой. Свита сложена мощными пластами каменной соли и прослоями доломитов, аргиллитов, песчаников и известняков. Галит (каменная соль), порода рыжевато-коричневая до бурой на некоторых участках бежевая и полупрозрачная, средне- крупнокристаллическая, с примесью терригенно-карбонатного материала и маломощными прослойками (до 0.07 м) серых доломитов и бурых аргиллитов. Доломиты серые до серо-коричневых, глинистые до сильноглинистых, на некоторых участках вторичноокремненные, плотные, трещиноватые, трещины выполнены солью. Аргиллиты серые до серо-зелёных, местами бурые, доломитистые, пластичные, легко делятся по напластованию. Песчаники серые тонкозернистые сильноглинистые на глинисто-карбонатном цементе. Известняки серые, запесоченные, с примазками твёрдого битума по напластованию [Гиниятулин, Блажкун, Ивашина, Коробков и др., 1989; Янников, Голованев, 2018].

Актуализированная попластовая разбивка отложений юрегинской свиты, с учётом информации, полученной по скважине №307, задокументированной автором работы лично, приведена в таблице 3.2. Стратиграфическая колонка с юрегинской по олекминскую свиты нижнего кембрия, составленная по скважине №307 приведена на рисунке 3.3.

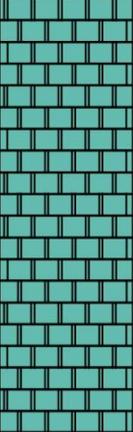
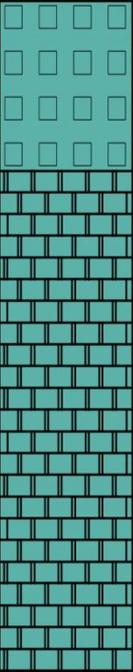
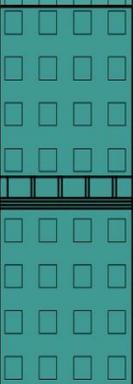
Система	Отдел	Ярус	Индекс	Колонка	Мощность	
Кембрийская	Нижний	Ботомский	Є.ol		240-260м	Олекминская свита , сложена доломитами известковистыми, известняками доломитизированными, доломитами, доломито-ангидритами и доломитами глинистыми. Общая мощность отложений свиты - 240-260 м.
			Є.tb		360-380м	Толбачанская свита , сложена доломитами с прослоями известняков, ангидритов, каменной соли и мергелей. Верхняя пачка - галогенно-карбонатная, мощностью 127 метр, соленащенность верхней пачки превышает 50%, Нижняя пачка карбонатная, мощностью порядка 250 метров. Общая мощность отложений свиты - 360-380 м.
		Атлабанский	Є.el		40м	Эльганская свита , представлена известняками доломитизированными с прослоями водорослевых, реже глинистых известняков. Общая мощность отложений свиты - 40 м.
			Є.nl		50м	Нелбинская свита , сложена переслаиванием пластов каменной соли и известняков с прослоями аргиллитов. Общая мощность отложений свиты - 50 м.
	Є.jur			180-190м	Юрегинская свита , сложена мощными пластами каменной соли и прослоями доломитов, аргиллитов, песчаников и известняков. Общая мощность отложений свиты - 180-190 м.	

Рис. 3.3 Стратиграфическая колонка с юрегинской по олекминскую свиты, составленная по скважине №307

Попластовая разбивка отложений юрегинской свиты (по скважине №307)

№ пласта	Интервал, от-до, м.	Интервал, от-до, в абс. отм., м.	Мощность по вертикали, м.	Литология
<i>Юрегинская свита ϵ_{1jur}</i>				
1	2	3	4	5
1	1523,0-1529,0	(-1123,3) – (-1129,3)	6,0	каменная соль
2	1529,0-1536,0	(-1129,3) – (-1136,3)	7,0	переслаивание доломитов, известняков и аргиллитов
3	1536,0-1545,6	(-1136,3) – (-1145,9)	9,6	каменная соль
4	1545,6-1551,8	(-1145,9) – (-1152,1)	6,2	переслаивание доломитов, известняков и аргиллитов
5	1551,8-1566,4	(-1152,1) – (-1166,7)	14,6	каменная соль
6	1566,4-1570,6	(-1166,7) – (-1170,9)	4,2	переслаивание доломитов, известняков и аргиллитов
7	1570,6-1575,2	(-1170,9) – (-1175,5)	4,6	каменная соль
8	1575,2-1585,0	(-1175,5) – (-1185,3)	9,8	переслаивание доломитов, известняков и аргиллитов
9	1585,0-1601,0	(-1185,3) – (-1201,3)	16,0	переслаивание доломитов, известняков, аргиллитов и галита (каменной соли)
10	1601,0-1608,0	(-1201,3) – (-1208,3)	7,0	каменная соль с прослоями доломитов и аргиллитов
11	1608,0-1614,0	(-1208,3) – (-1214,3)	6,0	каменная соль
12	1614,0-1627,8	(-1214,3) – (-1228,1)	13,8	каменная соль с прослоями доломитов и аргиллитов
13	1627,8-1638,0	(-1228,1) – (-1238,3)	10,2	каменная соль с прослоями доломитов, песчаников и аргиллитов
14	1638,0-1656,0	(-1238,3) – (-1256,3)	18,0	переслаивание доломитов, известняков, аргиллитов и галита (каменной соли)
15	1656,0-1663,4	(-1256,3) – (-1263,7)	7,4	каменная соль
16	1663,4-1672,0	(-1263,7) – (-1272,3)	8,6	каменная соль
17	1672,0-1681,0	(-1272,3) – (-1281,3)	9,0	каменная соль с прослоями доломитов, известняков и аргиллитов
18	1681,0-1687,2	(-1281,3) – (-1287,5)	6,2	каменная соль
19	1687,2-1694,6	(-1287,5) – (-1294,9)	7,4	каменная соль с прослоями доломитов, известняков и аргиллитов
20	1694,6-1702,8	(-1294,9) – (-1303,1)	8,2	каменная соль
21	1702,8-1708,0	(-1303,1) – (-1308,3)	13,2	каменная соль

В разрезе юрегинской свиты выделяется 13 пластов каменной соли (таблица 3.3). Соленасыщенность юрегинской свиты в районе месторождения не более 58 %.

Таблица 3.3

Соленасыщенность юрегинской свиты в районе месторождения тр. Интернациональная

№№ пп	Параметр	скважина 307
1	Вскрытая мощность свиты, м.	184,8
2	Суммарная мощность пластов соли, м.	106,2
3	Соленасыщенность, %	57,5
4	Количество пластов соли, шт.	13
5	Минимальная мощность пласта соли, м.	1,7
6	Максимальная мощность пласта соли, м.	17,3

Юрегинская свита согласно залегает на породах билирской свиты, перекрыта породами нелбинской свиты. Мощность свиты по скважине №307 – 187 м [Янников, 2018].

Нелбинская свита (Є₁ nl) – выделена в 1981 году В.И. Авдеевой и М.Л. Кокоулиным. Свита сложена переслаиванием пластов каменной соли и известняков с прослоями аргиллитов. Галит (каменная соль) рыжевато-коричневая, крупнокристаллическая, с примесью карбонатного материала и маломощными прослойками серых доломитов. Известняк серый до бежевого, доломитистый, на некоторых участках вторичноокремненный, плотный, слаботрещиноватый, отмечаются единичные мелкие каверны, выполненные солью. Аргиллиты коричневые до серо-коричневых, местами бурые, доломитистые, туго-пластичные, легко делятся по напластованию.

Попластовая разбивка отложений нелбинской свиты, также актуализирована, и приведена по скважине №307 в таблице 3.4.

Таблица 3.4

Попластовая разбивка отложений нелбинской свиты (по скважине №307)

№ пласта	Интервал, от-до, м.	Интервал, от-до, в абс. отм., м.	Мощность по вертикали, м.	Литология
<i>Нелбинская свита Є₁ nl</i>				
1	2	3	4	5
1	1479,5-1485,6	(-1079,8) – (-1085,9)	6,1	каменная соль
2	1485,6-1495,2	(-1085,9) – (-1095,5)	9,6	каменная соль
3	1495,2-1501,0	(-1095,5) – (-1101,3)	5,8	известняки и глинистые доломиты
4	1501,0-1508,0	(-1101,3) – (-1108,3)	7,0	каменная соль
5	1508,0-1515,6	(-1108,3) – (-1115,9)	7,6	известняки и глинистые доломиты
6	1515,6-1523,0	(-1115,9) – (-1123,3)	7,4	каменная соль

В разрезе нелбинской свиты выделяется 4 пласта каменной соли (таблица 3.5). Соленасыщенность нелбинской свиты в районе месторождения не более 70 %.

Таблица 3.5

Соленасыщенность нелбинской свиты в районе месторождения тр. Интернациональная

№№ пп	Параметр	скважина 307
1	Вскрытая мощность свиты, м.	43,5
2	Суммарная мощность пластов соли, м.	30,1
3	Соленасыщенность, %	69,2
4	Количество пластов соли, шт.	4
5	Минимальная мощность пласта соли, м.	6,1
6	Максимальная мощность пласта соли, м.	9,6

Нелбинская свита согласно залегает на породах юрегинской свиты, перекрыта породами эльганской свиты. Мощность свиты 43,5 м [Янников, 2018].

Эльганская свита (Є₁ el) – выделена в 1948 году А.К. Бобровым. Свита представлена известняками доломитизированными с прослоями водорослевых, реже глинистых известняков [Бобров, 1979].

Попластовая разбивка отложений эльганской свиты, приведена в таблице 3.6.

Попластовая разбивка отложений эльгянской свиты (по скважине №307)

№ пласта	Интервал, от-до, м.	Интервал, от-до, в абс. отм., м.	Мощность по вертикали, м.	Литология
<i>Эльгянская свита $E_1 el$</i>				
1	2	3	4	5
1	1443,0-1457,8	(-1043,3) – (-1058,1)	14,8	известняки бежевые
2	1457,8-1466,0	(-1058,1) – (-1066,3)	8,2	доломит
3	1466,0-1479,5	(-1066,3) – (-1079,8)	13,5	алевролиты и доломиты

Эльгянская свита согласно залегает на породах нелбинской свиты, перекрыта породами толбачанской свиты. Мощность свиты 36,5 м [Янников, 2018].

Ботомский ярус

Толбачанская свита ($E_1 tb$) – выделена в 1945 году А.К. Бобровым. Свита сложена доломитами с прослоями известняков, ангидритов, каменной соли и мергелей [Бобров, 1979]. Отложения представлены галогенно-карбонатными породами: галитом, доломитами, доломитами глинистыми и доломитами известковистыми.

Массив отложений толбачанской свиты условно можно разделить на три пачки (снизу вверх):

нижняя пачка – карбонатная с прослоем каменной соли мощностью 7,7 м. Обильное нефтенасыщение отмечается в доломитах известковистых;

средняя пачка – карбонатная, представленная доломитами плотными мелко-тонкозернистыми, слоистыми с прослоями доломитов глинистых и доломито-ангидритов засоленных. Нефтенасыщенность в виде пятен (выпоты по трещинам, порам) тёмно-коричневого цвета;

верхняя пачка – галогенно-карбонатная с соленасыщенностью до 50%, с включениями твердых битумов [Иост, Янников, 2017].

Попластовая разбивка отложений толбачанской свиты, приведена в таблице 3.7.

Таблица 3.7

Попластовая разбивка отложений толбачанской свиты (по скважине №307)

№ пласта	Интервал, от-до, м.	Интервал, от-до, в абс. отм., м.	Мощность по вертикали, м.	Литология
<i>Толбачанская свита $E_1 tb$</i>				
1	2	3	4	5
<i>Tb₃</i>				
1	1064,5-1064,6	(-664,8) – (-664,9)	0,1	соль
2	1064,6-1067,6	(-664,9) – (-667,9)	3,0	доломит
3	1067,6-1069,6	(-667,9) – (-669,9)	2,0	соль
4	1069,6-1074,0	(-669,9) – (-674,3)	4,4	доломит
5	1074,0-1077,4	(-674,3) – (-677,7)	3,4	доломит
6	1077,4-1085,7	(-677,7) – (-686,0)	8,3	доломит и мергеля

продолжение таблицы 3.7

1	2	3	4	5
7	1085,7-1088,0	(-686,0) – (-688,3)	2,3	доломит
8	1088,0-1092,0	(-688,3) – (-692,3)	4,0	доломит
9	1092,0-1095,0	(-692,3) – (-695,3)	3,0	доломит и ангидрит
10	1095,0-1106,2	(-695,3) – (-706,5)	11,2	доломит
11	1106,2-1121,6	(-706,5) – (-721,9)	15,4	доломит и ангидрит
12	1121,6-1128,2	(-721,9) – (-728,5)	6,6	соль
13	1128,2-1131,8	(-728,5) – (-732,1)	3,6	доломит и ангидрит
14	1131,8-1137,8	(-732,1) – (-738,1)	6,0	соль
15	1137,8-1139,0	(-738,1) – (-739,3)	1,2	доломит и ангидрит
16	1139,0-1152,6	(-739,3) – (-752,9)	13,6	соль
17	1152,6-1160,0	(-752,9) – (-760,3)	7,4	доломит и ангидрит
18	1160,0-1174,8	(-760,3) – (-775,1)	14,8	соль
19	1174,8-1177,0	(-775,1) – (-777,3)	2,2	доломит
<i>Tb₂</i>				
20	1177,0-1191,0	(-777,3) – (-791,3)	14,0	соль
21-24	1191,0-1208,8	(-791,3) – (-808,3)	17,8	доломит битуминозный и ангидрит
25	1208,8-1213,6	(-808,3) – (-813,3)	4,8	доломит битуминозный
26	1213,6-1218,7	(-813,3) – (-819,0)	5,1	доломит
27	1218,7-1221,0	(-819,0) – (-821,3)	2,3	доломит глинистый
28	1221,0-1224,0	(-821,3) – (-824,3)	3,0	доломит
29	1224,0-1225,8	(-824,3) – (-826,1)	1,8	доломит битуминозный
30	1225,8-1236,6	(-826,1) – (-836,9)	10,8	доломит и мергеля
31-32	1236,6-1246,0	(-836,9) – (-846,3)	9,4	доломит
33	1246,0-1256,0	(-846,3) – (-856,3)	10,0	соль
<i>Tb₁</i>				
34	1256,0-1291,0	(-856,3) – (-891,3)	35,0	доломит, с прослоем песчаника М=2,0м. в кровле и мергеля
35	1291,0-1310,6	(-891,3) – (-910,9)	19,6	доломит
36	1310,6-1329,5	(-910,9) – (-929,8)	18,9	доломит и доломит глинистый
37	1329,5-1356,0	(-929,8) – (-956,3)	26,5	доломит и доломит глинистый
38	1356,0-1374,0	(-956,3) – (-974,3)	18,0	доломит битуминозный
39	1374,0-1386,4	(-974,3) – (-986,7)	12,4	доломит окремненный и доломит битуминозный
40	1386,4-1408,8	(-986,7) – (-1009,1)	43,4	доломит окремненный, с прослоями ангидрита и доломит битуминозный
41	1408,8-1429,8	(-1009,1) – (-1030,1)	21,0	доломит и ангидрит
42	1429,8-1442,8	(-1030,1) – (-1043,1)	13,0	доломит и ангидрит

В разрезе толбачанской свиты выделяется 9 пластов каменной соли (таблица 3.8). Соленасыщенность толбачанской свиты в районе месторождения не более 20%.

Таблица 3.8

Соленасыщенность толбачанской свиты в районе месторождения тр.

Интернациональная

№№ пп	Параметр	скважина 306	скважина 307
1	Вскрытая мощность свиты, м.	368,6	378,3
2	Суммарная мощность пластов соли, м.	71,9	70,5
3	Соленасыщенность, %	19,5	18,7
4	Количество пластов соли, шт.	9	9
5	Минимальная мощность пласта соли, м.	2,8	1,5
6	Максимальная мощность пласта соли, м.	15,2	14,5

Минимальная мощность пластов от 1,5 м, максимальная мощность пластов галита достигает 15,2 м.

Толбачанская свита согласно залегает на породах эльгянской свиты, перекрыта породами олекминской свиты. Мощность свиты составляет 360-380 метров [Иост, Янников, 2017].

Олекминская свита (Є₁ ol) – выделена в 1942 году А.А. Арсеньевым и Е.А. Нечаевой, в 1946 года её объём и строение уточнены А.К. Бобровым. Свита сложена доломитами известковистыми, известняками доломитизированными, доломитами, доломито-ангидритами и доломитами глинистыми. Породы плотные, весьма плотные, крепкие, участками окремнённые [Гиниятулин, Блажкун, Ивашина, Коробков и др., 1989].

Массив отложений олекминской свиты условно можно разделить на три пачки (снизу вверх):

- нижняя пачка – глинисто-карбонатная, представлена мергелями доломитовыми тёмно-серого с зеленоватым оттенком плотными с прослоями доломитов глинистых тёмно-коричневых с красноватым, буроватым оттенками, аргиллитов плотных тонкослоистых, доломитов мелкозернистых, доломитов известковистых. Карбонатные разности трещиноватые, трещины открытого типа, короткие; кавернозные, пористые, поры сопровождают субвертикальные трещины. Каверны размером до 2 см в длину при мощности от 0,1 до 0,5 см.;

- средняя пачка – карбонатная, представлена доломитами буровато-серого цвета тонко-мелкозернистыми полосчатыми (за счёт зернистости), крепкими с прослоями известковистых доломитов более светлого цвета, кремневых. Породы пористые, кавернозные, пустоты линзовидные мощностью до 2мм длиной до 5 см. С глубины 941,6 м. известняки в различной степени доломитизированные буровато-серого, кремневого, жёлто-кремневого, светло-коричневого цветов. Породы тонкозернистые, тонкополосчатые, массивные плотные, крепкие. Трещиноватость пород по всему интервалу неравномерная. Трещины открытого типа вертикальные, субвертикальные и горизонтальные с выпотами нефти;

- верхняя пачка – сульфатно-карбонатная представлена пачкой доломитов глинистых ангидритизированных с включениями твёрдых битумов [Янников, 2018].

Попластовая разбивка отложений олекминской свиты, приведена в таблице 3.9.

Попластовая разбивка отложений олекминской свиты (по скважине №307)

№ пласта	Интервал, от-до, м.	Интервал, от-до, в абс. отм., м.	Мощность по вертикали, м.	Литология
Олекминская свита $\text{Є}_1 \text{ol}$				
1	2	3	4	5
1	878,0-893,0	(-478,3) – (-493,3)	15,0	известняк
2	893,0-907,6	(-493,3) – (-507,9)	14,6	известняк доломитистый
3	907,6-948,0	(-507,9) – (-548,3)	40,4	доломит
4	948,0-983,8	(-548,3) – (-584,1)	35,8	известняк доломитистый
5	983,8-995,0	(-584,1) – (-595,3)	59,2	доломит
6	995,0-1007,2	(-595,3) – (-607,5)	12,2	известняк доломитистый
7	1007,2-1017,0	(-607,5) – (-617,3)	9,8	известняк
8	1017,0-1020,8	(-617,3) – (-621,1)	13,6	доломит известковистый
9	1020,8-1025,8	(-621,1) – (-626,1)	5,0	доломит глинистый
10	1025,8-1030,8	(-626,1) – (-631,1)	5,0	известняк доломитистый
11	1030,7-1035,0	(-631,1) – (-635,3)	4,3	доломит
12	1035,0-1038,4	(-635,3) – (-638,7)	3,4	доломит
13	1038,4-1044,0	(-638,7) – (-644,3)	9,0	доломит
14	1044,0-1047,6	(-644,3) – (-647,9)	3,6	доломит
15	1047,6-1060,0	(-647,9) – (-660,3)	12,4	доломит известковистый, глинистый
16	1060,0-1063,8	(-660,3) – (-664,1)	3,8	доломит глинистый

Олекминская свита согласно залегает на породах толбачанской свиты, перекрыта породами чарской свиты. Мощность свиты 240-260 метров.

Тойонский ярус

Чарская свита ($\text{Є}_1 \text{чr}$) – выделена в 1942 году А.А. Арсеньевым. Свита сложена каменной солью, доломитами, известняками, мергелями, при этом соли нередко составляют до 70% от объема свиты.

В отложениях свиты выделяются 5 ритмов осадконакопления. Каждый ритм начинается пластами известняков и доломитов известковистых, сменяющимися выше доломито-ангидритами и ангидритами. Заканчиваются ритмы мощными пластами каменной соли.

Попластовая разбивка отложений чарской свиты приведена в таблице 3.10.

Таблица 3.10

Попластовая разбивка отложений чарской свиты (по скважине №307)

№ пласта	Интервал, от-до, м.	Интервал, от-до, в абс. отм., м.	Мощность по вертикали, м.	Литология
Чарская свита ($\text{Є}_1 \text{чr}$)				
1	2	3	4	5
1	575,0-576,4	(-175,3) – (-176,7)	1,4	
2-3	576,4-579,8	(-176,7) – (-180,1)	3,4	

продолжение таблицы 3.10

1	2	3	4	5
4	579,8-596,0	(-180.3) – (-196.3)	16,2	соль
5	596,0-598,0	(-196.3) – (-198.3)	2,0	
6	598,0-606,0	(-198.3) – (-206.3)	8,0	599,0-605,6 соль
7	606,0-607,0	(-206.3) – (-207.3)	1,0	
8	607,0-618,0	(-207.3) – (-218.3)	11,0	соль
9	618,0-619,0	(-218.3) – (-219.3)	1,0	
10	619,0-641,0	(-219.3) – (-241.3)	22,0	соль
11	641,0-645,4	(-241.3) – (-245.7)	4,4	
12-15	645,4-658,0	(-245.7) – (-258.3)	12,6	
16	658,0-661,6	(-258.3) – (-261.9)	3,6	
17	661,6-662,8	(-261.9) – (-263.1)	1,2	
18	662,8-665,6	(-263.1) – (-265.9)	2,8	
19	665,6-668,8	(-265.9) – (-269.1)	3,2	
20	668,8-683,2	(-269.1) – (-283.5)	14,4	соль
21	683,2-685,8	(-283.5) – (-286.1)	2,6	
22	685,8-692,8	(-286.1) – (-293.1)	7,0	соль
23	692,8-696,8	(-293.1) – (-297.1)	4,0	
24-26	696,8-711,0	(-297.1) – (-311.3)	14,2	
27	711,0-712,8	(-311.3) – (-313.1)	1,8	
28	712,8-718,4	(-313.1) – (-318.7)	5,6	соль
29	718,4-719,8	(-318.7) – (-320.1)	1,4	
30	719,8-724,2	(-320.1) – (-324.5)	4,4	соль
31	724,2-726,0	(-324.5) – (-326.3)	1,8	
32	726,0-735,4	(-326.3) – (-335.7)	9,4	727,0-734,4 соль
33-36	735,4-750,6	(-335.7) – (-350.9)	15,2	
37	750,6-756,8	(-350.9) – (-357.1)	6,2	соль
38	756,8-759,0	(-357.1) – (-359.3)	2,2	
39	759,0-764,8	(-359.3) – (-365.1)	5,8	соль
40	764,8-768,0	(-365.1) – (-368.3)	3,2	
41	768,0-787,0	(-368.3) – (-387.3)	19,0	соль
42-45	787,0-801,4	(-387.3) – (-401.7)	14,4	
46	801,4-803,2	(-401.7) – (-403.5)	1,8	
47-48	803,2-809,6	(-403.5) – (-409.9)	6,4	
49	809,6-820,8	(-409.9) – (-421.1)	11,2	соль
50	820,8-823,8	(-421.1) – (-424.1)	3,0	
51	823,8-828,6	(-424.1) – (-428.9)	4,8	соль
52	828,6-830,8	(-428.9) – (-431.1)	2,2	
53	830,8-841,6	(-431.1) – (-441.9)	10,8	соль
54-55	841,6-845,0	(-441.9) – (-445.3)	3,4	
56	845,0-849,2	(-445.3) – (-449,5)	4,2	соль
57	849,2-850,6	(-449.5) – (-450.9)	1,4	
58	850,6-868,2	(-450.9) – (-468.5)	17,6	соль
59	868,2-869,8	(-468.5) – (-470.1)	1,6	
60	869,8-878,0	(-470.1) – (-478.3)	8,2	соль

Стратиграфическая колонка с чарской свиты нижнего кембрия по отложения нижней юры, выходящих на дневную поверхность, приведена на рисунке 3.4.

Система	Отдел	Ярус	Индекс	Колонка	Мощность						
Юрская	Нижний	Плинбабахский	J.vk		20-45 м	Вакунайкинская свита , представлена песками, с прослоями песчаников, алевролитов, глин, конгломератов, гравелитов. Отложения свиты слагают возвышенные пространства мощностью 20-45 м.					
		Геттингенский	J.or		20-45 м	Оруктахская свита , представлена переслаивающимися песками, алевролитами, глинами серыми, желтовато-серыми. В верхах разреза встречаются углистые глины, иногда пласты углей. Мощность отложений до 20-45 м.					
			J.uk		20-40 м	Укугутская свита , представлена алевролитами глинистыми серыми, зеленовато-серыми с линзовидными прослоями песков серых, реже гравийно-галечных образований. В верхах разреза доминируют глины, углистые глины, с прослоями углей. Мощность свиты до 20-40 м.					
Ордовик	Нижний	Тремдаокский	O.bl		75 м	Балыктахская свита , представлена доломитами, песчанистыми доломитами, в верхах доломитовыми алевролитами, глинистыми доломитами, мергелями желто-серыми, зеленовато-серыми. Мощность пород свиты - 75 м.					
Кембрийская	Верхний	Аюсоканский	Є.hl		174-200 м	Холомолахская свита , сложена ритмично переслаивающимися доломитовыми алевролитами, мергелями, доломитами зеленовато-серыми, серыми, реже красноцветными, с редкими прослоями известняков, в верхах с фауной. Общая мощность отложений свиты - 174-200 м.					
						Средний	Майский	Є.mr		145-160 м	Мирнинская свита , сложена карбонатными пестроцветными, часто гипсоносными породами. В основании свиты залегают красноцветные мергели, аргиллиты, реже алевролиты с прослоями гипса; выше она сложена красноцветными алевролитами, аргиллитами, реже мергелями, иногда песчаниками; гипс или полностью отсутствует, или встречается в виде небольших гнезд и прослоев. Общая мощность отложений свиты - 145-160 м.
											Нижний-средний
	Нижний	Тойонский	Є.џr		89-130 м	Ичерская свита , сложена толщей биогенных пятнистых известняков доломитовых с прослоями доломитов известковых, известковистых водорослевых тонкослоистых. Породы разномерные, интенсивно трещиноватые, участками кавернозные, пористые с редкими желваками кремния. Общая мощность отложений свиты - 89-130 м.					
						Нижний	Тойонский	Є.џr		300-350 м	Чарская свита , сложена каменной солью, доломитами, известняками. В отложениях свиты выделяются 5 ритмов осадконакопления. Каждый ритм начинается пластами известняков и доломитов известковистых, сменяющимися выше доломито-ангидритами и ангидритами. Заканчиваются ритмы мощными пластами каменной соли. Общая мощность отложений свиты - 300-350 м.

Рис. 3.4 Стратиграфическая колонка с чарской свиты по отложениям нижней юры

В разрезе чарской свиты выделяется от 24 до 26 пластов каменной соли (таблица 3.11). Соленасыщенность чарской свиты в районе месторождения не более 70%.

Таблица 3.11
Соленасыщенность отложений чарской свиты на месторождении тр.Интернациональная

№№ пп	Параметр	скважина 301	скважина 302	скважина 306	скважина 307
1	Общая мощность свиты, м,	349,2	340	337,5	303,0
2	Суммарная мощность пластов соли, м	239	229,5	233,9	185,8
3	Соленасыщенность, %	68,4	67,5	69,4	61,3
4	Количество пластов соли, шт,	26	26	24	18
5	Минимальная мощность пласта соли, м,	0,5	0,5	1,7	4,2
6	Максимальная мощность пласта соли, м,	31,8	31,5	22,0	22,0

Чарская свита согласно залегает на породах олекминской свиты, перекрыта породами ичерской свиты. Мощность свиты изменяется незначительно и составляет 300-350 м [Иост, Загоруйко, Янников, 2017].

Нижний – средний отдел

Посвитная корреляция отложений верхнего, среднего кембрия и нерасчленённой нижне-среднекембрийской ичерской свиты [Гиниятулин, Блажкун, Ивашина, Коробков и др., 1989] в пределах рудного поля трубки Интернациональная приведена в таблице 3.12. Данная корреляция проведена автором лично, с учётом пробуренных ранее скважин.

Таблица 3.12

Корреляционная таблица отложений верхнего и среднего кембрия (по скважине №307)

№ пп	№ скв	Абс. отм. устья , м.	Глубин а скв., м.	Стратиграфические границы (по подошве свиты)							
				Холомолохская		Мирнинская		Метегерская		Ичерская	
				€ _{3hl}		€ _{3mr}		€ _{2mt}		€ _{1-2ic}	
				подошва	мощность, м.	подошва	мощность, м.	подошва	мощность, м.	подошва	мощность, м.
1	17	390,8	570,0	<u>148,0</u> +242,84	148,0	<u>326,0</u> +64,84	178,0	<u>422,0</u> -31,16	96,0	<u>526,0</u> -135,16	104,0
2	410	381,7	600,0	<u>205,4</u> +176,29	185,4	<u>337,2</u> +44,49	131,8	<u>450,4</u> -68,71	113,2	<u>550,6</u> -168,91	100,2
3	416	358,6	550,0	<u>100,4</u> +258,2	96,4	<u>291,2</u> +67,4	190,8	<u>410,0</u> -51,4	118,8	<u>497,2</u> -138,6	87,2
4	2гг	220,0	194,9	<u>27,0</u> +193,0	27,0	<u>167,6</u> +52,4	140,6	<u>194,3</u> +25,7	<u>26,7</u> вскрытая		
5	301	401,3	1208,9	<u>200,3</u> +201,0	200,3	<u>357,5</u> +43,8	157,2	<u>468,3</u> -67,0	110,8	<u>560,2</u> -158,9	91,9
6	302	399,4	1250,0	<u>191,0</u> +208,4	191,0	<u>343,2</u> +56,2	152,2	<u>461,2</u> -61,8	118,0	<u>552,8</u> -153,4	91,6
7	306	400,0	1450,0	<u>197,7</u> +202,7	195,1	<u>329,5</u> +71,2	131,5	<u>452,7</u> -51,7	122,9	<u>542,0</u> -141,0	89,3
8	307	399,7	1708,3	<u>193,8</u> +205,9	193,8	<u>332,0</u> +67,7	138,2	<u>443,8</u> -44,1	111,8	<u>575,0</u> -175,3	131,2

Попластовая разбивка отложений верхнего, среднего кембрия и нерасчленённой ниже-среднекембрийской ичерской свиты, приведена в таблице 3.13.

Таблица 3.13

Попластовая разбивка средне-верхнекембрийских отложений (по скважине №307)

№ пласта	Интервал, от-до, м.	Интервал, от-до, в абс. отм., м.	Мощность по вертикали, м.	Литология
Холомолахская свита (Є₃ hl)				
1	2	3	4	5
10	0-15,6	(+399,7) – (+384,1)	5,6	алевролиты, доломиты алевролитовые
9	15,6-35,0	(+384,1) - (+364,7)	19,4	доломиты алевролитовые, известковистые
8	35,0-46,4	(+364,7) - (+353,3)	1,4	алевролиты с прослоями доломитов
7	46,4-66,4	(+353,3) - (+333,3)	20,0	алевролиты, мергели алевролитовые, песчаник, доломиты песчанистые
6	66,4-84,0	(+333,3) – (+315,7)	19,6	мергели алевролитовые, алевролиты, известняки, доломиты глинистые
5	84,0-100,0	(+315,7) - (+299,7)	16,0	алевролиты, известняки и доломиты глинисто-алевролитовые
4	100,0-115,2	(+299,7) - (+284,5)	15,2	алевролиты, известняки и доломиты глинисто-алевролитовые
3	115,2-134,0	(+284,5) - (+265,7)	18,8	алевролиты, известняки и доломиты глинисто-алевролитовые
2	134,0-148,8	(+265,7) - (+250,9)	14,8	алевролиты, известняки и доломиты глинисто-алевролитовые
1	148,8-169,4	(+250,9) - (+230,3)	20,6	алевролиты, известняки и доломиты глинисто-алевролитовые
0	169,4-193,8	(+230,3) - (+205,9)	24,4	алевролиты, известняки и доломиты глинисто-алевролитовые
<i>мощность свиты по вертикали, м.</i>			193,8	
Мирнинская свита (Є₂ mr)				
4	193.8-230.4	(+205,9) – (+169,3)	36,6	мергели с прослоями доломитов
3	230.4-265.0	(+169,3) – (+134,7)	34,6	мергели, с редкими маломощными прослоями доломитов
2	265.0-304.0	(+134,7) – (+95,7)	39,0	мергели, с редкими маломощными прослоями доломитов
1	304.0-332.0	(+95,7) – (+67,7)	28,0	мергели с прослоями доломитов
<i>мощность свиты по вертикали, м.</i>			138,2	
Метегерская свита (Є₂ mt)				
0	332.0-337.8	(+67,7) – (+61,9)	5,8	алевролиты, мергели, песчаник, доломиты
1	337.8-340.8	(+61,9) – (+58,9)	3,0	доломит
2	340.8-356.6	(+58,9) – (+43,1)	15,8	доломиты глинистые, огипсованные
3	356.6-360.8	(+43,1) – (+38,9)	4,2	известняк
4	360.8-365.6	(+38,9) – (+34,1)	4,8	известняк
5	365.6-369.6	(+34,1) – (+30,1)	4,0	известняк
6	369.6-371.4	(+30,1) – (+28,3)	1,8	известняк
7	371.4-379.0	(+28,3) – (+20,7)	7,6	доломиты глинистые
8	379.0-384.2	(+20,7) – (+15,5)	5,2	доломит
9	384.2-388.8	(+15,5) – (+10,9)	15,4	доломиты известковистые
10-11	388.8-395.8	(+10,9) – (+3,9)	27,0	доломиты глинистые
12	395.8-399.8	(+3,9) – (-0,1)	4,0	доломиты известковистые
13	399.8-405.8	(-0,1) – (-6,1)	6,0	доломиты известковистые
14	405.8-412.8	(-6,1) – (-13,1)	7,0	доломиты огипсованные
15	412.8-415.8	(-13,1) – (-16,1)	3,0	доломиты известковистые
16	415.8-424.6	(-16,1) – (-24,9)	8,8	известняки доломитизированные
17-18	424.6-428.2	(-24,9) – (-28,5)	3,6	известняк

продолжение таблицы 3.13

1	2	3	4	5
19	428,2-431,4	(-28,5) – (-31,7)	3,2	доломиты известковистые
20	431,4-436,8	(-31,7) – (-37,1)	5,4	доломиты известковистые, известняк
21	436,8-443,8	(-37,1) – (-44,1)	7,0	карбонатно-гипсовая порода
<i>мощность свиты по вертикали, м.</i>			111,8	
Ичерская свита (Є₁₋₂ ic)				
22	443,8-485,0	(-44,1) – (-85,3)	41,2	известняки доломитизированные
23	485,0-504,2	(-85,3) – (-104,5)	19,2	доломиты глинистые, огипсованные
24	504,2-520,4	(-104,5) – (-120,7)	16,2	доломиты известковистые
25	520,4-535,8	(-120,7) – (-136,1)	15,4	глинисто-ангидритовая порода
26	535,8-554,6	(-136,1) – (-154,9)	18,8	доломитовая брекчия на ангидрито-гипсовом цементе
27	554,6-575,0	(-154,9) – (-175,3)	20,4	доломитовая брекчия
<i>мощность свиты по вертикали, м.</i>			131,2	

Ичерская свита (Є₁₋₂ ic) - нижняя часть метегеро-ичерского водоносного комплекса. Выделена в 1962 году А.К. Бобровым. По литологическому составу свиту можно разделить на две подсвиты: нижнюю (№№ геофизических пластов 25 и 26) - сульфатно-карбонатную и верхнюю (№№ геофизических пластов 22, 23 и 24) – карбонатную (таблица 3.13).

Подосва нижней подсвиты представлена карбонатной брекчией на глинисто-сульфатном цементе. Обломки карбонатов и сульфатов с многочисленными тектоническими трещинами, со следами скольжения и твердых битумов. Размеры обломков от 0,5 до 5-7 см. Цемент - глинисто-карбонатный с сульфатами составляет около 20-25% от всего объема пород. Выше залегают трещиноватые глинистые доломиты, переслаивающиеся с доломито-ангидритами, ангидрито-гипсами. Сульфатные породы составляют около 60-70% объема подсвиты. Мощность нижней подсвиты - 17,5 м.

Верхняя подсвита, в основном, представлена толщей биогенных пятнистых известняков доломитовых с прослоями доломитов известковых, известковистых водорослевых тонкослоистых. Породы разномзернистые, интенсивно трещиноватые, участками кавернозные, пористые с редкими желваками кремния. Мощность верхней подсвиты – 71,8м.

Ичерская свита согласно залегает на породах чарской свиты, перекрыта породами метегерской свиты. Общая мощность отложений ичерской свиты в районе месторождения трубки Интернациональная варьирует от 89 м. до 130 м [Иост, Янников, 2017].

Средний отдел

Амгинский ярус

Метегерская свита (Є₂ mt) - верхняя часть метегеро-ичерского водоносного комплекса. Выделена в 1957 году А.К. Бобровым и С.А. Бобровой [Гиниятулин, Блажкун, Ивашина, Коробков и др., 1989]. В основании свиты залегают карбонатно-гипсовая породы мощностью до 10 м. Выше - светло-серые и желтовато-белые известняки и известковистые доломиты,

светло-серые кремнистые доломиты. В верхней части свиты появляются глинисто-алевритисто-песчанистые доломиты, огипсованные по разноориентированным волнистым, ветвистым трещинам мощностью до 2 см. Отложения свиты интенсивно изменены гипергенными процессами: сульфатизацией, пиритизацией, кальцитизацией, окремнением и выщелачиванием. Кровля свиты отбивается по появлению в разрезе окремненного плотного непроницаемого доломита мощностью 3-5 м, который является репером на границе мирнинской и метегерской свит.

Метегерская свита согласно залегает на породах ичерской свиты, перекрыта породами мирнинской свиты. Мощность свиты в районе месторождения от 110,6 м до 122,9 м.

Майский ярус

Мирнинская свита (Є₂mr) – выделена в 1972 году М.В. Михайловым и Ю.И. Тесаковым. Представлена карбонатными пестроцветными, часто гипсоносными породами. В изучаемом районе вся толща пород относится к толще многолетне-мерзлых пород. В основании свиты залегают красноцветные мергели, аргиллиты, реже алевролиты с прослоями гипса; выше она сложена красноцветными алевролитами, аргиллитами, реже мергелями, иногда песчаниками; гипс или полностью отсутствует, или встречается в виде небольших гнезд и прослоев.

Мирнинская свита несогласно залегает на породах метегерской свиты, перекрыта породами холомолохской свиты. Общая мощность свиты достигает 145-160 м [Иост, Янников, 2017].

Верхний отдел

Аюсокаканский ярус

Холомолохская свита (Є₃hl) – выделена в 1972 году М.В. Михайловым и Ю.И. Тесаковым [Гиниятулин, Блажкун, Ивашина, Коробков и др., 1989]. Представлена карбонатными пестроцветными породами. В изучаемом районе вся толща пород относится к толще многолетне-мерзлых пород. Свита сложена пестроцветными карбонатными алевролитами, алевролитистыми доломитами и известняками, мергелями и песчаниками. Основная часть разреза окрашена в голубовато-серые, зеленовато-серые тона. Примерно 30% составляют породы красно-бурой, розовой окраски [Авдеева и др, 1976]. Холомолохская свита согласно залегает на породах мирнинской свиты, перекрыта породами балыктахской свиты. Мощность свиты в пределах участка исследований от 174 до 200 м [Иост, Янников, 2017].

Ордовикская система

Нижний отдел

Тремадокский ярус

Балыктахская свита (O₁b1) – выделена в 1972 году М.В. Михайловым и Ю.И. Тесаковым [Гиниятулин, Блажкун, Ивашина, Коробков и др., 1989]. Отложения нижнего отдела широко распространены на дневной поверхности в центральной и северо-восточной частях района. Представлена свита монотонной сероцветной толщей доломитов с прослоями алевролитов, аргиллитов, песчаников, а также доломитами песчанистыми, плотными, иногда водорослевыми, песчаниками серыми мелкозернистыми кварцевыми на карбонатном цементе. В основании разреза свита представлена органогенно-обломочными известняками, пестроцветными алевролитами, аргиллитами, мергелями. Выше залегает пачка кварцевых песчаников светло-серой и розовой окраски, мощностью 10-15 м. Балыктахская свита согласно залегает на породах холомолохской свиты, на водоразделах перекрыта юрскими породами. Общая мощность свиты до 75 м.

Юрская система

Нижний отдел (укугутская - J₁uk + оруктахская - J₁og + вакунайкинская - J₁vk свиты). Нижнеюрские отложения широко развиты практически повсеместно [Гиниятулин, Блажкун, Ивашина, Коробков и др., 1989]. Они слагают водораздельные пространства и склоны долин большинства рек в южной и восточной частях района. Представлен отдел конгломератами, песками, алевролитами, углистыми глинами, песчаниками. Мощность отложений от 30-40 до 110 м.

Четвертичная система

Четвертичные отложения распространены повсеместно, образуя маломощный покров рыхлых образований. К четвертичным отложениям относятся элювиально-делювиальные образования, покрывающие маломощным чехлом (0,5-3,9 м) породы укугутской свиты нижней юры, и карбонатные породы холомолохской свиты верхнего кембрия. На юрских образованиях они представлены почвенно-растительным слоем, суглинками, супесями и песками с включениями гальки и гравия. Залегające на терригенно-карбонатных породах нижнего палеозоя аллювиально-делювиальные отложения сложены суглинками и глинисто-карбонатным материалом со щебнем местных подстилающих пород. Мощность аллювиально-делювиальных образований определяется характером рельефа местности: на крутых склонах, как правило, не превышает 2,5 м, а на пологих и плоских водораздельных участках достигает до 4,5 м.

3.2 Тектоника

Структурно - тектоническое строение центральной части Мало - Ботуобинского района изучено по результатам глубокого бурения гидрогеологических, структурных, нефтеразведочных скважин, структурных поисково-разведочных скважин в сочетании с комплексом ГИС и наземными геофизическими исследованиями (Рис. 3.5).

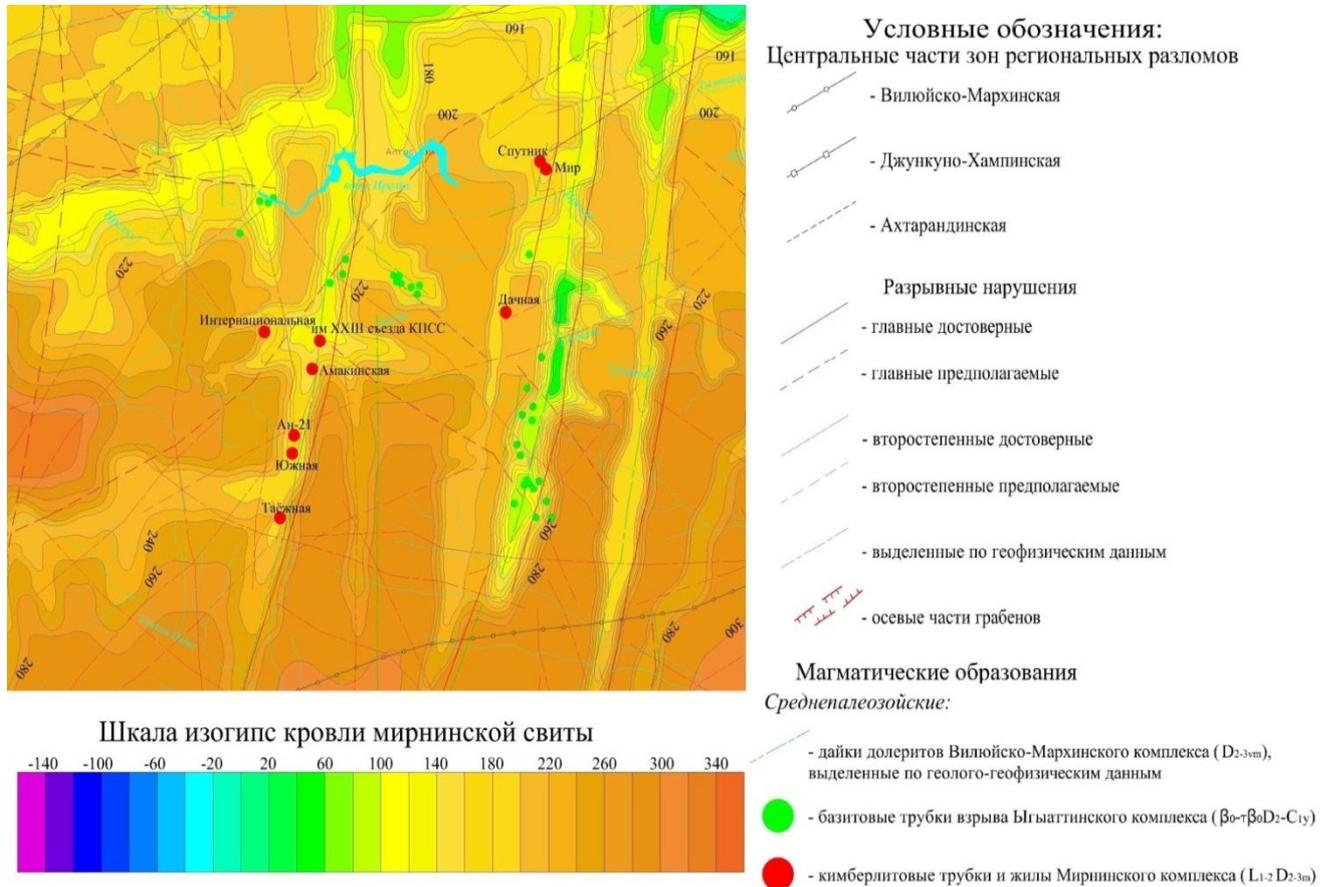


Рис. 3.5 Структурно-тектоническая карта изучаемого участка (составлена по материалам Ботуобинской и Мирнинской ГРЭ)

Структурная позиция района определяется нахождением его в пределах Мирнинского свода, разбитого на блоки Вилюйско-Мархинской зоной глубинных субмеридиональных разломов, контролирующих трапповый магматизм. В пределах свода выделяются разноплановые типы пликативных и дизъюнктивных дислокаций [Геологическое строение СССР..., 1987; Янников, 2018].

В южной части площади преобладают пликативные структуры: Буардахское, Хаттатское и Нелбинское поднятия (межразломные блоки) субмеридионального простирания, контролируемые глубинными разломами. Ко второму типу относятся наложенные линейные отрицательные и положительные линейные морфоструктуры, контролируемые сколовыми

разломами северо-восточного простирания: Маччобинское и Иреляхское поднятия. Ниже приводится краткая характеристика пликвативных структур района.

Буордахское поднятие своим северным склоном представлено в юго-западной части района с отметками кровли метегерской свиты (МС) $+100 \div +180$ м. Восточная граница поднятия контролируется Западным региональным разломом. Поднятие разбито одноименным разломом, при этом западная часть его имеет превышение над восточной до 40м. Южная граница структуры выходит за пределы рассматриваемой площади. Северный склон поднятия хорошо фиксируется на временных разрезах кровли метегерской свиты и осложнен разрывными нарушениями сколового типа.

Хататское поднятие выполняет межблоковое пространство между Западным и Параллельным региональными разломами и имеет субмеридиональное простирание с отметками кровли МС в своей купольной части $+140$ м. Северная окраина поднятия контролируется депрессионной зоной разломов северо-восточного простирания. Отсутствие юрских осадков в купольной части поднятия свидетельствуют о постюрском его формировании. В тоже время, на западном склоне поднятия (западнее трубки Таежная) однозначно установлен останец долеритов, а в базальном слое нижней юры делювиальные разнотипные отложения обломков долеритов. Этот факт свидетельствуют о выходе и излиянии магмы на предъюрскую поверхность, иными словами, Хататское поднятие было бронировано излившимися траппами.

Нелбинское поднятие. Представлено своей западной окраиной на юго-востоке рассматриваемой площади с отметками кровли МС в купольной части $+100-140$ м. Западная граница поднятия контролируется Восточным региональным разломом (по данным нефтяной геофизики), но есть мнение, что Восточный разлом лишь осложняет склон поднятия, за счет процессов проседания пород в приконтактной зоне разлома до отметки кровли метегерской свиты (МС) $+40$ м, а контроль западной границы поднятия следует переложить на Центральный разлом, в виду идентичности отметок кровли МС в межразломном блоке Западный - Центральный и купольной частью поднятия.

Иреляхское (нефтегазоносное) поднятие представлено брахиантиклиналью северо-восточного простирания. Юго-восточная и северо-западная границы поднятия контролируются отрицательными грабенообразными структурами того же направления с отметками (-60 м) по кровле метегерской свиты. Юго-западный склон поднятия переходит в узкую желобовидную депрессию, протягивающуюся вдоль Западного разлома, и осложнен проявлением серий туфовых трубок. Северо-восточный борт переходит в террасообразную ступенчатую поверхность. Отметки кровли метегерской свиты в купольной части поднятия $+120$ м, склоны ограничены отметкой $+60$ м.

Маччобинское поднятие. Выделяется в западной части площади по временным разрезам сейсмических профилей, а также по результатам бурения структурных скважин. Поднятие имеет северо-восточное простирание при ширине 6 км и длине 12 км. Юго-восточный склон поднятия контролируется одноименным разломом, юго-западный - Буордахским разломом. Северо-западный склон выположенный, ступенчатый. Купол поднятия имеет отметки кровли метегерской свиты до +140м, подошва склонов проводится условно по изогипсе +80м. Поднятие разбито сериями разломов субмеридионального и северо-восточного простирания.

Северо-западная часть района характеризуется чередованием положительных и отрицательных структур, контролируемых разломами северо-западного простирания, на общем фоне погружения кровли метегерской свиты в том же направлении.

Дизъюнктивные структуры. Большую роль в формировании структурного плана района принадлежит Вилуйско - Мархинской зоне глубинных региональных разломов, контролирующих (контроль в отдельных случаях ослаблен) кимберлитовый и трапповый магматизм, а также в формировании современного облика некоторых пликативных структур, при этом не умаляя роли сколовых разломов северо-западного простирания, Вилуйско - Мархинская зона включает в себя (по очередности развития) Восточный, Центральный, Параллельный и Западный разломы, выполненные дайками долеритов. В эту зону включают и пасынковый ярко выраженный краевой Буордахский разлом, который по своему блоковому строению может сравниться с Центральным разломом, исключая протяженность и отсутствие в нем даек долеритов, но выявление в его зоне в междуречье руч. Буордах – Южный Чуоналыр Буордахской туфовой трубки вселяет надежду на обнаружение в его зоне кимберлитовых тел.

Восточный разлом прослеживается через весь район. В кулисообразной морфологии по простиранию, разлом имеет блоковое строение с останцами юрских отложений в отдельных опущенных блоках. Эндоконтакты даек слабо фиксируются магниторазведкой. Дайки, выполняющие разлом сложены микродолеритами, средне-кристаллическими долеритами интенсивно трещиноватыми, участками скарнированные (пироксен-гранатовые).

Центральный разлом четко прослежен магниторазведкой до водораздела руч. Юлегир – Хаттат, далее изодинамы приобретают расплывчатые очертания, помехой тому служат серия туфовых трубок, сопряженных с зоной разлома, магнитность которых выше, чем даек долеритов. Зона разлома изучена двумя наклонными скважинами №№ 79, 25, пробуренными на право- и левобережье р. Ирелях и гидрогеологическими №№ 435, 439, 440 в районе руч. Юлегир, а также пересечен сейсморазведочным профилем 28. Разлом выполнен дайкой

долеритов. В отличие от Восточного разлома, блоковое строение разлома проявлено более интенсивно и с большими амплитудами.

Параллельный разлом прослежен магниторазведкой чуть южнее трубки Дачная, дальше скученность изодинам расплывается. Детально зона разлома изучена в карьере Мир и по разведочным скважинам. При вскрытии разлома в карьере Мир в кровле метегерской свиты наблюдался слабый водоприток рассолов прямо по контакту дайки с вмещающими породами. После пуска на промышленную мощность ОПУ-1 основной возврат захороняемых рассолов происходил по контактовой зоне разлома. Разлом имеет слабо блоковое строение, с прогибами перекрывающих пород в опущенных блоках и выпуклостью в поднятых блоках (карьер Мир).

В долине руч. Юлегир пробурена гидрогеологическая скважина № 434, пройденная по зальбандам дайки долеритов, выполняющей центральную часть Параллельного разлома. В интервале метегеро-ичерского водоносного комплекса вскрыты сильно изменённые долериты, брекчии долерит-карбонатного и сульфатно-карбонатного состава.

Западный разлом. До момента его испытания в качестве рассоло-поглощающей структуры [Дроздов, 2004] зона разлома была изучена структурно-разведочными скважинами различной глубинности и сейсморазведочными профилями. Разлом на всем протяжении характеризуется, в отличие от других, небольшими амплитудами блоковых смещений приконтактных вмещающих пород и, как следствие незначительными зонами дробления их и дайкой долеритов, выполняющей разлом. Разлом по своей тектонической активности испытывал спокойное развитие.

Буордахский разлом расположен в западной части площади, протягиваясь в меридиональном направлении за ее пределы. Изучен редкой сетью структурных скважин и сейсморазведкой по 12 профилям. По сложности своего строения разделяется на южную и северную ветви с границей по сейсмопрофилю ПР-26. Южная ветвь представлена депрессией шириной до 1,5 км, восточный склон которой осложнен складками и трещинами; западный - резкими двумя вертикальными сбросами с амплитудой 100-120м, образуя грабенообразную структуру. Мощность зоны дробления пород составляет до 500-700м. Такие сбросы разрывают сплошность пластов - коллекторов, а связь их может проходить только по зонам дробления. Северная ветвь ответвляется от южной выровненным поднятием кровли метегерской свиты со слабовыраженной трещиноватостью и представлена грабенообразной складкой шириной до 170м, осложненной краевыми сбросами с амплитудой смещения до 50-60м. На правом берегу р. Ирелях (сейсмопрофиль ПР-41) разлом сопряжен с Верхне - Иреляхским грабеном северо-восточного простирания. В северо западном углу площади разлом представлен двумя зонами дробления вмещающих пород шириной по 500м каждая, хорошо прослеживающиеся как вверх, так и на глубину по разрезу.

Верхнее-Иреляхский грабен имеет от мелкоблокового до крупноблокового строение с амплитудами смещения кровли метегерской свиты от -20м до -100м и возможно он протягивается намного дальше, чем выявлен по сейсмопрофилю. Ширина его, возможно, достигает 2,5 км.

Маччобинский разлом прослеживается от трубки Интернациональная до сочленения с Буордахским разломом по кровле метегерской свиты на временных разрезах сейсмопрофилей ПР-30; 28 и 26. Заложение разлома субвертикальное, простираение северо-восточное. Смещение кровли метегерской свиты по плоскости сброса не превышает 20-30м. Ярко выраженных зон дробления пород не отмечается.

Кюелляхский и Чуоналырский разломы прослеживаются по слабым смещениям кровли метегерской свиты между сейсмопрофилями ПР-34,5 и ПР-18 [Иост, Яхин, Янников и др, 2017].

Глубинные разломы оказывают влияние на фильтрационные свойства пород в плане и разрезе. Влияние тектонических процессов двойко. С одной стороны трещиноватость увеличивает фильтрационно-ёмкостные свойства пород, а с другой - залечивание дизъюнктивов приводит к возрастанию экранирующих поверхностей и зон вторичной минерализации.

3.3 Магматизм

В геологическом строении района принимают участие интрузивные образования двух формаций: среднепалеозойские и раннетриасовые.

Среднепалеозойские интрузии представлены дифференцированными интрузиями (дайки, штоки, силлы), сложенными долеритами, габбро долеритами, а также трубками туфобрекчий основного состава. Эти образования вскрываются скважинами на глубине 540-560 м. Они контролируют основные разломы Вилюйско-Мархинской системы.

Наиболее широко образования Вилюйско-Мархинского комплекса развиты вдоль восточного борта Ботуобинской седловины, располагаются в пределах зон глубинных разломов группами, образуя линейные цепочки. В ряде случаев эти магматиты совместно с туфами и туфоагломератами участвуют в строении вулканических аппаратов центрального типа.

В центральной части района известны 9 кимберлитовых тел, из них 7 трубок и две самостоятельных жилы.

Трубка Интернациональная представляет собой вертикальное рудное тело с поперечным сечением близким к эллипсу и характерными размерами осей примерно 100 и 65 м. Площадь поперечного сечения рудного тела уменьшается сверху вниз и составляет в

верхней части залежи (дно карьера) порядка 5,4 тыс. м², а на отметке 5 горизонта (-290 м абс.) – 4,4 тыс. м². Глубина разведанных запасов составляет 1450 м.

Кимберлитовая трубка Интернациональная сложена однообразными по составу породами: кимберлитовыми брекчиями (93%) и кимберлитами (7%). Контакт кимберлитовой трубки с вмещающими породами представляет собой ровную поверхность с перетертым рыхлым материалом. На контакте наблюдаются зеркала скольжения, во вмещающих породах отвечает зона повышенной трещиноватости с многочисленными мелкоамплитудными разрывами, имеющими крупные углы падения (до 85%). Для рудного тела характерна средняя степень трещиноватости.

Раннетриасовые интрузии распространены в районе широко, выходят на дневную поверхность в бассейнах рек Вилюя, Ирелях, Чуоналыр, М. Ботуобии, Оруктах, Юлегир. По форме это пластовые тела согласные и субсогласные, секущие дайки и дайкообразные тела.

Среди них наибольшим распространением пользуются породы Катанского комплекса недифференцированных и слабодифференцированных интрузий - долериты, габбро-долериты, толеитовые долериты, троктолитовые долериты, конглодолериты. Мощность пластовых интрузий варьирует в широких пределах, достигая до 150-200 м. [Иост, Яхин, Янников и др, 2017].

3.4 Полезные ископаемые

На территории района имеются следующие полезные ископаемые:

Алмазы. Коренные месторождения алмазов находятся в центральной части района. Большая часть этих месторождений отрабатывается.

Строительные материалы. Сырьем для производства строительных материалов в районе могут служить долериты интрузивных тел, пески, песчано-гравийные смеси и др. Месторождения указанных видов сырья располагаются преимущественно вдоль автодороги Ленск-Мирный-Чернышевск. Основная часть этих месторождений разрабатывается строительными организациями [Иост, Яхин, Янников и др, 2017].

Нефть и газ. Вблизи города Мирного в 1981 году открыто Иреляхское месторождение, представленное двумя залежами. Первая – газонефтяная. Коллекторами являются песчаники. Газ частично используется для котельных города Мирного.

Подземные воды. Рассолы метегеро-ичерского водоносного комплекса имеют бальнеологическую ценность и применяются в качестве лечебно-столовой воды для разлива и лечения ряда заболеваний при наружном применении.

4. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИРНИНСКОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ

В гидрогеологическом отношении Мало-Ботуобинский алмазоносный район охватывает системы Тунгусского и Якутского артезианских бассейнов I порядка, в частности, приграничные территории Верхневилуйского криоартезианского и Нюйского артезианского бассейнов 2-го порядка. В разрезе осадочного чехла бассейнов выделяется до пяти гидрогеологических этажей с регионально выдержанными покрывками, представленными галогенными и сульфатно-глинистыми горизонтами кембрия, а также ярусом многолетнемёрзлых пород (ММП). Мощность мёрзлой толщи в пределах Мало-Ботуобинского района изменяется от 164 м на юго-западе до 490 м и более на севере и северо-востоке [Балобаев, 1982; Климовский, 1994; Козеев, 1995].

Кроме того, Мало-Ботуобинский район приурочен к северо-востоку Непско-Ботуобинской нефтегазоносной области, в осадочном чехле которой выделено три гидрогеологические формации (надсолевая, соленосная и подсолевая), состоящие из мезорезервуаров и их проницаемых частей - водоносных комплексов, горизонтов, пластов.

Согласно общепринятой схемы, которая устанавливает взаимоотношение подземных вод и ММП, в верхних частях осадочного чехла района выделяются три основных типа подземных вод: *надмерзлотные, межмерзлотные и подмерзлотные* [Романовский, 1966].

Надмерзлотные порово-пластовые воды сезонно-талого слоя распространены повсеместно в рыхлых отложениях разного возраста и генезиса. Воды характеризуются кратковременностью существования в жидкой фазе (с июня по октябрь), небольшими глубинами залегания (0,5-2 м), малой водообильностью (от 0,01 л/с до десятичных долей л/с). Формирование химического состава зависит от вмещающих пород. Преимущественно это гидрокарбонатно-кальциевые, магниевые-кальциевые воды с минерализацией от 0,01 до 0,7 г/л. На участках развития пиритосодержащих глинистых пород юры состав воды становится сульфатно-карбонатным или сульфатным. В большинстве случаев воды обладают слабой и средней углекислотной агрессивностью по отношению к бетонам. На участке работ надмерзлотные воды не обнаружены [Дроздов, Иост, Лобанов и др., 2008; Иост, Янников, 2017].

Межмерзлотные воды имеют спорадическое распространение. Сведения о них получены в результате испытания единичных скважин, пройденных при мерзлотно-гидрогеологических съёмках и в процессе отработки карьеров Мир и Интернациональный. Приурочены они к ордовикским и верхне-среднекембрийским отложениям. Трещинно-пластовые воды холмолохской и мирнинской свит верхнесреднего кембрия имеют локальное

распространение в виде изолированных линз. Они были встречены при отработке карьеров в виде источников с дебитами 0,1-0,2 л/с, которые уменьшались со временем вплоть до полного исчезновения. Состав их изменялся от сульфатного до сульфатно-хлоридного. Минерализация закономерно увеличивалась с глубиной от 2-5 до 10-14 г/дм³. Водовмещающие породы представлены алевролитами с прослоями доломитов и мергелей на глубине 82-209 м. Напоры составляют 20-80 м. По химическому составу воды хлоридные сульфатно-натриевые с минерализацией 13-32 г/дм³. Концентрация микрокомпонентов невысокая (в мг/дм³): Rb-0,002; Sr-17,2; Br-32. В газовом составе преобладает азот.

Формирование состава вод в значительной степени происходило за счёт криогенных процессов при вымораживании отложений и образовании яруса ММП. Подземные воды, как правило, не имеют гидравлической связи с водами СТС и поверхностных водотоков. Закономерностей в распространении межмерзлотных вод по площади не отмечается [Дроздов, Иост, Лобанов и др., 2008; Янников, Иост, 2017].

Подмерзлотные воды в районе распространены повсеместно. Среди них выделяют следующие гидрогеологические формации: надсолевой, межсолевой и подсолевой водоносные комплексы [Дроздов, Иост, Лобанов и др., 2008; Янников, Иост, 2017].

4.1 Основные водоносные комплексы и их гидрогеологическая характеристика

Гидрогеологическая характеристика пород метегерской и ичерской свит

Основным гидрогеологическим объектом, осложняющим горнотехнические условия отработки кимберлитовой трубки Интернациональная в отм.+85 м/-200 м, является надсолевой *метегеро-ичерский водоносный комплекс* (МИВК), имеющий региональное распространение.

Трещинно-порово-пластовые воды *надсолевого нижне-среднекембрийского водоносного комплекса* связаны с отложениями ичерской и метегерской свит. Водупорной кровлей комплекса на участке работ является подошва ММП. Абсолютные отметки кровли изменяются от +12,0 м. (скв. 306) до +41,0 м. (скв. 5гр). Водупорной подошвой комплекса являются сульфатно-карбонатные породы в подошве ичерской свиты. Абсолютные отметки подошвы комплекса от (-118,1м) до (-136,8м). Общая мощность метегеро-ичерского водоносного комплекса на участке месторождения варьирует в пределах 130,1 м. ÷ 158,0 м.

Проницаемые пласты и горизонты водоносного комплекса сложены пористыми кавернозными и трещиноватыми известняками, доломитами известковистыми, породы загипсованы [Дроздов, Иост, Лобанов и др., 2008; Янников, Иост, 2017].

В метегерской свите по данным геофизических исследований на участке работ выделяется семь пластов - коллекторов (коллектора №№ 1-7) с эффективной мощностью от 0,4 до 3,2 метров. Суммарная эффективная мощность коллекторов изменяется от 12,0 до 16,5

метров. Общая пористость пластов-коллекторов колеблется от 8 до 23 %. Тип пористости - межзерновой, каверно-межзерновой. В скважине 306 коллектора с кавернозным типом пористости. Из вторичных изменений в отложениях прослеживаются процессы выщелачивания, сульфатизации и доломитизации. Результаты проявлений сульфатизации и доломитизации наблюдаются в околотрещинных пространствах толщ пород. Часть трещин заполнена гипсом и твёрдым битумом, что снижает фильтрационные свойства отложений.

С целью оценки гидрогеологических условий для подготовки мероприятий с целью обеспечения промышленной безопасности при проходке конвейерного уклона, вентиляционной выработки, спирального съезда, выработок околорудного двора и очистных работ на блоке №2, защиты рудника от затопления. В период с ноября 2015 по январь 2017 гг, по скважинам, пробуренным в подземных горных выработках горизонта +85 рудника «Интернациональный», были проведены специализированные гидрогеологические исследования. Целесообразность которых, определялась необходимостью учёта фактической гидрогеологической ситуации в верхней части метегеро-ичерского водоносного комплекса, а именно раздельной оценки коллекторов метегерской свиты, отличных по фильтрационно-ёмкостным свойствам от 8-го ичерского коллектора.

В результате проведенных автором исследований было выявлено наличие отдельных структурных блоков, влияющих на абсолютную отметку залегания кровли и подошвы отмечаемых коллекторов. Но наличие гидравлических окон в структурно-тектонических зонах, связанное в данном случае с отсутствием экранирующих свойств в зонах оперяющих разломов, приводит к прямой связи между системами коллекторов метегерской свиты в разных блоках. Это подтверждается натурными наблюдениями в ходе опытно-фильтрационных работ, т.к. выпуск пластовых вод из возмущающей скважины, независимо от её местонахождения относительно выявленных и выделенных разломов, приводил практически к мгновенной реакции по всей сети скважин. Фиксируемые отличия в водообильности скважин связаны с наличием или отсутствием повышенной трещиноватости (наличие дополнительной «свободной ёмкости» в зонах оперяющих разломов).

Т.к. изучение фильтрационных параметров коллекторов метегерской свиты проводилось поэтапно, то определение коэффициентов проводимости и пьезопроводности было выполнено для коллекторов метегерской свиты раздельно (табл. 3.1). При этом среднее значение коэффициента проводимости, полученное в результате проведённых опытно-фильтрационных работ, для системы коллекторов метегерской свиты (№№ 1-7), составило: $KM(T) = 0,8 - 4,4 \text{ м}^2/\text{сут}$, а среднее значение коэффициента пьезопроводности, полученное в результате проведённых опытно-фильтрационных работ, составило: $a = 1,02 \times 10^5 - 2,05 \times 10^5 \text{ м}^2/\text{сут}$ [Янников, 2016; Янников, 2017].

Необходимо отметить следующее:

1. Коллектора метегерской свиты №№ 1-7 значительно отличаются по своим фильтрационным свойствам от коллектора №8. Размерности полученных, для коллекторов метегерской свиты №№ 1-7, коэффициентов проводимости и пьезопроводности более чем в 10 раз меньше, размерностей соответствующих параметров, охарактеризовывающих 8-й коллектор.

2. Пластовое (гидростатическое) давление в пластах-коллекторах №№ 1-7 метегерской свиты составляет 9.0 атм. и незначительно отличается от давления, зафиксированного в коллекторе №8 (9.92 атм.).

3. Минерализация пластовых вод метегерских коллекторов в пределах изучаемого участка имеет существенные отличия от пластовых вод коллекторов ичерской свиты. Для коллекторов метегерской свиты средняя минерализация пластовых вод составила 116.5 г/литр. Средняя минерализация пластовых вод восьмого коллектора в отметках от -45.7 (-49.5) до -55.7 м. составила 66.6 г/литр. Такое существенное отличие минерализации между пластовыми водами, свидетельствует об отсутствии прямой связи между коллекторами и вероятностном отсутствии перетока между пластами-коллекторами. Что в свою очередь позволяет рассматривать восьмой коллектор как отдельный водный объект, отличный не только по основным гидрогеологическим и ёмкостным параметрам, но и по гидрохимическим показателям. Более низкая минерализация в кровле восьмого коллектора, по всей видимости, связана с плотностной седиментацией пластовых вод и вод поступающих с УОЗа в толще пласта. Средняя минерализация закачиваемых вод составляет 33,0 г/литр. Всего за период функционирования УОЗ (с 2001 по 2017 гг.) было закачено 4 260 300 м³ смешанных вод. Но необходимо отметить, что опосредованное воздействие (и связь) между коллекторами всё-таки существует. Это обусловлено наличием гидравлических окон в структурно-тектонических зонах, связанным в данном случае с отсутствием экранирующих свойств в зонах оперяющих разломов, приводящее к опосредованной (непрямой) связи между системами коллекторов метегерской и ичерской свит в разных блоках. Это подтверждается натурными наблюдениями в ходе выполненных опытно-фильтрационных работ [Янников, 2016; Янников, 2017].

Основные гидрогеологические параметры

№ п/п	Вид опыта	№ скважины	Метод определения	Коэффициент водопроницаемости (КМ), м ² /сут.	Коэффициент пьезопроводности (а), м ² /сут.	
1	2	3	4	5	6	
Выпуски пластовых вод из коллекторов №№ 1-3(отм. забоя -20м)						
1	Первый выпуск: скважина 2 – возмущающая, скважина 1 – наблюдательная	1	Временное прослеживание (по понижению)	0,16	1,55×10 ⁵	
2			Комбинированное прослеживание (по понижению)	0,13	1,31×10 ⁵	
3			Временное прослеживание (по восстановлению)	0,12	1,66×10 ⁵	
4			Комбинированное прослеживание (по восстановлению)	0,11	1,41×10 ⁵	
5			среднее из полученных значений	0,13	1,48×10⁵	
Выпуски пластовых вод из коллекторов №№ 1-3;5(отм. забоя -20м)						
6	Второй выпуск: скважина 4 – возмущающая, скважина 1 – наблюдательная; скважина 2 – наблюдательная.	1	Временное прослеживание (по понижению) 1-й участок	0,43	1,63×10 ⁵	
7			Комбинированное прослеживание (по понижению) 1-й участок	0,36	1,26×10 ⁵	
8			Временное прослеживание (по понижению) 2-й участок	0,67	1,63×10 ⁵	
9			Комбинированное прослеживание (по понижению) 2-й участок	0,11	1,94×10 ⁵	
10			Временное прослеживание (по восстановлению)	0,44	2,67×10 ⁵	
11			Комбинированное прослеживание (по восстановлению)	0,43	2,53×10 ⁵	
12			среднее из полученных значений	0,41	1,94×10⁵	
13		2	Временное прослеживание (по понижению)	0,45	1,43×10 ⁵	
14			Комбинированное прослеживание (по понижению)	0,38	1,18×10 ⁵	
15			Временное прослеживание (по восстановлению)	0,42	2,52×10 ⁵	
16			Комбинированное прослеживание (по восстановлению)	0,42	2,55×10 ⁵	
17			среднее из полученных значений	0,42	1,92×10⁵	
18		Третий выпуск: скважина 3 – возмущающая, скважина 1 – наблюдательная; скважина 2 – наблюдательная; скважина 4 – наблюдательная.	1	Временное прослеживание (по понижению)	0,93	3,56×10 ⁵
19				Комбинированное прослеживание (по понижению)	0,82	3,17×10 ⁵
20	Временное прослеживание (по восстановлению)			0,40	2,38×10 ⁵	
21	Комбинированное прослеживание (по восстановлению)			0,44	2,62×10 ⁵	
22	среднее из полученных значений		0,65	2,93×10⁵		
23	2		Временное прослеживание (по понижению)	0,85	3,43×10 ⁵	
24			Комбинированное прослеживание (по понижению)	0,89	3,59×10 ⁵	
25			Временное прослеживание (по восстановлению)	0,88	4,42×10 ⁵	
26			Комбинированное прослеживание (по восстановлению)	0,82	4,01×10 ⁵	
27			среднее из полученных значений	0,86	3,86×10⁵	

продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	
28	Третий выпуск:	4	Временное прослеживание (по понижению)	0,33	$3,60 \times 10^5$	
29			Комбинированное прослеживание (по понижению)	0,38	$1,29 \times 10^5$	
30			Временное прослеживание (по восстановлению)	0,20	$1,82 \times 10^5$	
31			Комбинированное прослеживание (по восстановлению)	0,19	$1,64 \times 10^5$	
32			среднее из полученных значений	0,28	$2,09 \times 10^5$	
33	Четвёртый выпуск: скважина 5гр – возмущающая, скважина 1 – наблюдательная; скважина 3 – наблюдательная.	1	Временное прослеживание (по понижению) 1-й участок	1,33	$2,46 \times 10^5$	
34			Временное прослеживание (по понижению) 2-й участок	1,25	$2,56 \times 10^5$	
35			Комбинированное прослеживание (по понижению) 1-й участок	1,71	$4,55 \times 10^5$	
36			Комбинированное прослеживание (по понижению) 2-й участок	1,17	$2,16 \times 10^5$	
37			Временное прослеживание (по восстановлению)	0,49	$0,44 \times 10^5$	
38			Комбинированное прослеживание (по восстановлению)	0,56	$0,48 \times 10^5$	
39			среднее из полученных значений	1,09	$2,11 \times 10^5$	
40		3	Временное прослеживание (по понижению)	0,65	$2,69 \times 10^5$	
41			Комбинированное прослеживание (по понижению)	0,69	$2,92 \times 10^5$	
42			Временное прослеживание (по восстановлению)	0,23	$1,19 \times 10^5$	
43			Комбинированное прослеживание (по восстановлению)	0,23	$1,13 \times 10^5$	
44			среднее из полученных значений	0,45	$1,98 \times 10^5$	
Выпуски пластовых вод из коллекторов №№ 1-7 (отм. забоя -55м)						
45		Пятый выпуск: скважина 3 – возмущающая, скважина 1 – наблюдательная; скважина 4 – наблюдательная; скважина 5гр – наблюдательная.	1	Временное прослеживание (по понижению)	3,18	$0,95 \times 10^5$
46	Комбинированное прослеживание (по понижению)			3,16	$0,94 \times 10^5$	
47	Временное прослеживание (по восстановлению)			3,34	$1,29 \times 10^5$	
48	Комбинированное прослеживание (по восстановлению)			4,01	$1,42 \times 10^5$	
49	среднее из полученных значений			3,42	$1,15 \times 10^5$	
50	4		Временное прослеживание (по понижению)	3,28	$1,16 \times 10^5$	
51			Комбинированное прослеживание (по понижению)	3,22	$1,00 \times 10^5$	
52			Временное прослеживание (по восстановлению)	3,86	$0,43 \times 10^5$	
53			Комбинированное прослеживание (по восстановлению)	3,84	$0,41 \times 10^5$	
54	среднее из полученных значений		3,55	$0,75 \times 10^5$		
55	5гр		Временное прослеживание (по понижению)	2,22	$1,53 \times 10^5$	
56			Комбинированное прослеживание (по понижению)	3,05	$2,23 \times 10^5$	
57			Временное прослеживание (по восстановлению)	1,60	$1,20 \times 10^5$	
58			Комбинированное прослеживание (по восстановлению)	1,60	$1,20 \times 10^5$	
59	среднее из полученных значений	2,12	$1,54 \times 10^5$			

Характеристика коллекторов метегерской и ичерской свит, выделенных по результатам ГИС, приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2

Характеристика коллекторов метегеро-ичерского водоносного комплекса, выделенных по результатам ГИС

№№ коллектора	кровля, м.	подошва, м.	мощность, м.	Пористость, %				Примечание
				Кп общ.	Кп БК	Кп эф.	Кп АК	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Скважина № 301 (а. о. устья + 401,3м)								
1	385,3	386,7	1,4	15	10		13	межзерново-трещинный тип пористости
	(+16,0)	(+14,6)						
	388,9	392,1	3,2	17,5	17		14,5	межзерновой тип пористости
	(+12,4)	(+9,2)						
2	402,5	404,9	2,4	17	17		12,5	межзерновой тип пористости
	(-1,2)	(-3,6)						
	406,9	407,9	1,0	17	17		14	
	(-5,6)	(-6,6)						
407,9	409,9	2,0	11	10		8		
(-6,6)	(-8,6)							
6	435,0	436,9	1,9	13	6,3		12	каверно-межзерновой тип пористости
	(-33,7)	(-35,6)						
7	452,9	455,7	2,8	13	7,8		10	межзерновой тип пористости
	(-51,6)	(-54,4)						
	455,7	457,5	1,8	16	10,5		13	
(-54,4)	(-56,2)							
8	470,9	472,5	1,6	10	5,5		6,2	каверно-трещино-межзерновой тип пористости
	(-69,6)	(-71,2)						
	472,5	476,9	4,4	12	7,2		8,7	межзерновой тип пористости
	(-71,2)							
	476,9	478,5	1,6	10	6		8,3	межзерново-трещино-кавернозный тип пористости
	478,5	480,9						
	480,9	483,3	2,4	8	4,2		6,2	
	483,3	485,1						
	483,3	485,1	1,8	9	5,7		7	
	485,1	487,1						
		(-85,8)	2,0	3,5	1,2		2,8	
	489,1	492,5						
		(-87,8)	3,4	7,5	2,8		4,5	межзерново-трещино-кавернозный тип пористости
		(-91,2)						
		496,3	499,3	3	4	5		3,5
	(-95,0)	(-98,0)						
	499,3	500,1	0,8	7	3,1		5	гранулярно-трещинный тип пористости
	(-98,0)	(-98,8)						
	501,7	503,9	2,2	7	3,5		4	межзерново-трещинный тип пористости
	(-100,4)	(-102,6)						
	503,9	505,7	1,8	11	6,5		5	
	(-102,6)	(-104,4)						
	505,7	508,9	3,2	6,5	5		4,3	межзерновой тип пористости
	(-104,4)	(-107,6)						
	514,9	516,1	1,2	4	2,8		2	межзерново-трещинный тип пористости
	(-113,6)	(-114,8)						

продолжение таблицы 4.2

9	528,5	529,3	0,8	9,5	8,5		9,1	межзерновой тип пористости
	(-127,2)	(-128,0)						
	529,3	530,5	1,2	9,5	5,6		8	
	(-128,0)	(-129,2)						
	530,5	531,5	1,0	12,5	7,5		10	
	(-129,2)							
	531,5	535,5	4,0	13	11,2		10,4	
		(-134,2)						
536,7	538,1	1,4	14,7	12,5		11,8		
(-135,4)	(-136,8)							
Общая мощность:		56,7	10,5	7,5		8,1		
Скважина № 302 (а. о. устья +399,4 м.)								
1	374,0	374,8	0,8	23		20,5		
	(+25,4)	(+24,6)						
	381,6	384,0	2,4	22		17		
	(+17,8)	(+15,4)						
2	392,4	393,6	1,2	18		15		
	(+7,0)	(+5,8)						
	393,6	396,8	3,2	14		11		
	(+5,8)	(+2,6)						
399,0	401,4	2,4	12		10,5			
(+0,4)	(-2,0)							
3	409,2	409,6	0,4	11		7,5		
	(-9,8)	(-10,2)						
	410,8	411,2	0,4	12		8,5		
(-11,4)	(-11,8)							
6	429,3	430,8	1,5	8		6		
	(-29,9)	(31,4)						
7	446,4	450,4	4,0	15		13,5		
	(-47,0)	(-51,0)						
8	461,2	464,0	2,8	15		11		
	(-61,8)	(-64,6)						
	464,0	472,8	8,8	10		7		
	(-64,6)	(-73,4)						
	472,8	480,0	7,2	11		9,5		
	480,0	484,8	4,8	8,5		5,5		
	484,8	490,0	5,2	7		4		
	490,0	496,8	6,8	8		6,5		
	496,8	501,2	4,4	10		8		
	501,2	504,0	2,8	7		5		
	504,0	506,0	2,0	8		7		
	506,0	507,6	1,6	10		9		
507,6	509,6	2,0	5		4			
	(-110,2)							
9	526,4	532,0	5,6	14		12		
	(-127,0)	(-132,6)						
Общая мощность:		70,3	11,8		9,4			
Скважина № 306 (а. о. устья +400,0)								
4	388,2	390,6	2,4	13	7		9,2	трещино-кавернозный тип пористости
	(+12,7)	(+10,3)						
	417,4	419,1	1,7	9,2	4,3	7,8	кавернозный тип пористости	
(-16,5)	(-18,2)							
7	430,0	432,9	2,9	11,2	7	10,8	кавернозный тип пористости	
	(-29,1)	(-32,0)						
7	436,0	439,1	3,1	13,2	7,7	9,8	кавернозный тип пористости	
	(-35,1)	(-38,2)						

продолжение таблицы 4.2

7	439,1	441,0	1,9	13,7	12,2		12,2	межзерновой тип пористости
	(-38,2)	(-40,0)						
8	447,8	449,4	1,6	13,2	17,5		13,8	трещиновый тип пористости
	(-46,8)	(-48,4)						
	449,4	453,2	3,8	9,2	6,7		9,5	кавернозный тип пористости
	(-48,4)							
	453,2	455,0	1,8	9,5	5,5		7,2	каверно-трещиновый тип пористости
	455,0	466,0	11,0	6,7	4,4		6,7	
	466,0	469,6	3,6	8,7	4,7		8,6	трещино-кавернозный тип пористости
	469,6	479,3	9,7	6,2	4,0		6,2	кавернозный тип пористости
	479,3	483,7	4,4	3,9	2,3		3,5	
	483,7	488,2	4,5	7,7	5,5		6,8	
488,2	495,0	6,8	5,6	2,7		4,3		
495,0	497,0	2,0	4,8			3,5		
	(-96,0)							
9-10	511,5	519,1	7,6	8,7	8,7		8,2	трещиновый тип пористости
	(-110,5)	(-118,1)						
	Общая мощность:		68,8	9,0	6,7		8,0	

В ичерской свите по данным геофизических исследований на участке работ выделяется три пласта - коллектора (коллектора №№ 8-10), приуроченных к мощной пачке известняков доломитизированных. Породы сильно трещиноватые, кавернозные (20%), пористые. Общая пористость изменяется от 3,5 до 15%. Суммарная эффективная мощность колеблется от 40,2 до 56,8 м. Из вторичных процессов, влияющих на коллекторские свойства, следует отметить загипсование трещин, а также их окремнение. Открытые трещины приурочены в основном к окремнённым доломитам. Имея более высокую трещиноватость и низкую глинистость, коллекторы ичерской свиты, при меньших значениях общей пористости, обладают более высокими, чем в метегерской свите фильтрационно-емкостными свойствами. Тип пористости - трещинно-кавернозно-межзерновой.

Водоносный комплекс характеризуется фильтрационной неоднородностью в плане (таблицы 4.3 и 4.4), изменяясь от слабопроницаемого до проницаемого. Основными элементами плановой фильтрационной неоднородности являются зоны тектонических нарушений [Дроздов, Иост, Лобанов и др., 2008; Янников, Иост, 2017].

Гидродинамические параметры метегеро-ичерского водоносного комплекса

№ скважины	Вид исследования	Время исследования, сут.	Параметры			
			Дебит, м ³ /сут.	Понижение, м.	Водопроницаемость, м ² /сут	Коэф. пьезопроводности, м ² /сут
301	откачка насосом У1 ЭЦН 5А-500/800	3,98	674	3,2	50,1	10 ⁶
17	наблюдения за восстановлением уровня воды	3,0		1,57	67,5	10 ⁶

Замеренное давление водоносного интервала в пределах коллекторов №№ 1-6 в скважине 301, полученное при испытании пластоиспытателем КИИ-65, составляет 16,8 кгс/см².

Давление основного водоносного интервала в пределах коллекторов №№ 8 - 9 в скважине 301 составляет 23 – 26,6 кгс/см².

Для уточнения гидрогеологических параметров метегеро-ичерского водоносного комплекса на участке работ в скважине 306 была выполнена кустовая откачка с применением глубинного насоса нефтяного ряда. В качестве наблюдательных использовались скважины режимной сети №№ 17, 416 и 410.

Исходные данные для расчёта гидрогеологических параметров отражены в таблице 4.4.

Таблица 4.4

Результаты кустовой откачки

№№ скважин	Расстояние от центральной, м.	Дебит откачки, м ³ /сут.	Время откачки, сут.	Понижение, м.	Удельный дебит, м ³ /час. на 1 м. понижения	Время восстановления, сут.	Величина восстановления, м.
		Q.	T	S	q	t	S восст.
17	871	220,8	6,3	1,09	0,15	2,69	0,45
416	701			1,36			0,63
410	1557			0,95			0,35
306	0,076			59,10			59,1

Полученные параметры отражены в таблице 4.5.

Гидродинамические параметры метегеро-ичерского водоносного комплекса
(графоаналитический метод)

№№ скважин	Временное прослеживание		Площадное прослеживание		Комбинированное прослеживание	
	Км	а	Км	а	Км	а
на стадии понижения						
17	49	$1,32 \times 10^6$	27-66	$3,09 \times 10^5$ $6,22 \times 10^6$	50	$1,15 \times 10^6$
416	48	$1,35 \times 10^6$			46	$1,27 \times 10^6$
410	47	$1,91 \times 10^6$			47	$1,97 \times 10^6$
на стадии восстановления						
17	68	$6,55 \times 10^6$				
416	69	$8,62 \times 10^6$				
410	73	$1,65 \times 10^7$				

Коэффициент водопроницаемости, определённый различными методами, изменяется от 46 до 70 м²/сут. Коэффициент пьезопроводности в среднем составляет 10⁶ м²/сут.

Для естественного режима, имевшего место до начала работы системы осушения, был характерен практически установившийся режим фильтрации подземных вод. Воды комплекса напорные, величины напора в естественных статических условиях на участке работ составляли до 220 м. Пьезометрические уровни устанавливались на глубине до 140 м от поверхности.

Пьезометрическая поверхность метегеро-ичерского водоносного комплекса за весьма длительный период отработки крупного месторождения алмазов – трубка Мир, претерпевала сложные и разно полюсные изменения [Дроздов, Иост, Лобанов и др., 2008; Янников, Иост, 2018].

Первый этап характеризуется углублением карьера и соответствующим увеличением водопритока, который может приниматься равным сумме дебита водопонижающей системы ВПС и внутрикарьерного водоотлива. Водопонижающие скважины начали эксплуатироваться с августа 1978 г. Всего в эксплуатации находилось от 6 до 16 скважин, суммарный дебит системы составлял от 600 до 960 м³/час. К моменту окончания первого этапа уровень воды в карьере находился на отметке -128,0 м., что соответствует величине понижения порядка 335 м. Всего за этот период осушения было отобрано 68,9 млн. м³ воды. Эксплуатация ВПС и внутрикарьерного водоотлива привела к формированию обширной депрессионной воронки, причём сработка уровней отмечалась в наблюдательных скважинах, расположенных на расстояниях, свыше 70 км.

Второй этап. С апреля 1988 года, после отключения системы осушения и начала реконструкции карьера, начался процесс восстановления уровня и заполнения водой карьера.

В этот период происходило уменьшение водопритока в карьер вследствие подъёма уровня и накопление воды в карьере.

В этот период, с 25 апреля 1990 г. по апрель 1992 г. была проведена опытная закачка воды в скважину № 2вн со средним расходом 300 м³/час первые 1,5 года и 550 м³/час последние полгода. Всего в течение второго этапа из водоносного комплекса в карьер поступило 15,2 млн. м³, в то же время в водоносный комплекс было закачано 6,3 млн.м³.

В этот же период началось строительство противодиффузионной завесы. Сооружение противодиффузионной тампонажной завесы, начатое в 1988 г., осуществлялось в интервале абсолютных отметок от +50 ÷ +90 м до подошвы метегеро-ичерского водоносного комплекса. При строительстве ПФЗ в пласт было закачано 470 тыс. м³ тампонажного раствора. Снижение проницаемости в теле ПФЗ предполагалось до значений порядка $(1-2) \times 10^{-3}$ м/сут, длина завесы – 3,1 км, расчетная толщина – 32 м, мощность в пределах водоносного комплекса – 230 м. Как показали исследования специалистов института "Якутнипроалмаз", на протампонируемых участках ПФЗ коэффициент фильтрации составляет порядка 0,005 м/сут. Учитывая, что в ПФЗ имеются гидравлические "окна", её интегральный коэффициент фильтрации оценивается величиной 0,03 м/сут. По результатам экспертизы, проведённой фирмой "ГИДЭК" (В. Б. Боровский, В. А. Мироненко и др., 1999 г.), эффективность завесы оценивается равной 25% от проектной. Однако сооружение ПФЗ привело к заметному снижению уровней подземных вод внутри её контура.

Сокращение водопритока в карьер в связи с прекращением работы внутрикарьерного водоотлива и остановкой дренажной системы привело к восстановлению уровня в пределах большей части депрессионной воронки, которое усилилось опытной закачкой рассолов.

В бывших водопонижающих скважинах уровни повысились до отметок +90 ÷ +100м. при уровне в карьере на конец этапа +82 м, т.е. подъём уровня в этих скважинах составил порядка 180-200 м. В скважинах, расположенных в радиусе 10-20 км от карьера (скв. №№ 17, 513, 514, 515, 508) рост уровня составил порядка 36-74 м; в скважинах, отстоящих от карьера на 20-30 км (скв. 557, 558, М-8) повышения составили 10-18 м. В скважинах, расположенных от карьера на расстоянии более 50 км (скв. №№ 15, 501, 555 и 553) подъёмы зафиксированы не были, а отмечается остаточное явление снижения («наследство») от этапа осушения, абсолютные отметки уровней на периферии составили + 139 ÷ +215 м.

Третий этап. С конца июня 1992 года в карьере возобновляются работы по его осушению, в связи с чем происходило понижение уровня в центре депрессионной воронки с продолжающимся восстановлением в её периферийных частях. Подземные воды принимаются бортами карьера, где происходит их высачивание в виде родников. Наиболее водообильны источники на северном борту карьера в зоне регионального Параллельного разлома,

выполненного дайкой долеритов, где сооруженная противofильтрационная завеса имеет «окна» и водовмещающие породы характеризуются высокой проницаемостью. Откачиваемые рассолы из карьера направлялись в пруд-накопитель на ручье Тымтайдаах, откуда подавались через поглощающие скважины в метегеро-ичерский водоносный комплекс на участке обратной закачки.

С января 1993 года началась и продолжается по настоящее время промышленная эксплуатация системы обратной закачки, объёмы которой за этот период эксплуатации составили более 287,3 млн. м³.

С вводом в эксплуатацию системы обратной закачки образовался мощный источник питания метегеро-ичерского водоносного комплекса, находящийся в 8.75 км от области разгрузки (карьер Мир). В связи с карьерным водоотливом и обратной закачкой воды в пласт сформирована сложная пьезометрическая поверхность с чётко выраженной репрессивной воронкой от обратной закачки и депрессионной воронкой от водопонижения в карьере, которые в свою очередь наложены на региональную депрессионную воронку, периферийные области которой находятся на стадии восстановления [Дроздов, Иост, Лобанов и др., 2008; Янников, Иост, 2017].

Также на динамику уровней дополнительно оказывает влияние и захоронение промышленных стоков на узле обратной закачки (УОЗ) рудника Интернациональный, который начал эксплуатироваться в опытно-промышленном режиме с сентября 2001 года с производительностью от 19,1 до 65,7 м³/час. Максимальный объём закачки промстоков отмечается в 2016 году (685,4тыс. м³). Средний дебит закачки – 1181 м³/сут.

В районе участка обратной закачки (УОЗ) абсолютные отметки пьезометрической поверхности метегеро - ичерского водоносного комплекса составляют +164 ÷ +177 м (глубина статического уровня от поверхности земли от 201,8 м. до 226,9 м) и обусловлены действием водопонижения на карьере Мир, закачкой дренажных вод на СОЗ и закачкой промстоков на УОЗ и УЗВ.

По химическому составу воды комплекса хлоридно-натриевые с минерализацией до 120 г/л. Для вод комплекса характерна сероводородная зараженность. Содержание сероводорода до 130 мг/л. Геохимический облик подземных рассолов надсолевого комплекса является характерным для рассолов выщелачивания. Величина $\frac{rNa}{rCl}$ составляет 0,98; $\frac{rCa}{rMg} =$

1,17; $\frac{rSO_4 \times 100}{rCl} = 8,7$; $\frac{rCa}{rSO_4} = 0,68$. Формула солевого состава:

$$M_{94-120} \frac{Cl_{92}SO_8^4}{(Na + K)_{90}Ca_5Mg_5} \text{ } ph \text{ } 6,5 - 8,5 \gamma 1,06$$

Для рассолов данного типа характерно повышенное содержание сульфатов до 6000 мг/дм³ и более.

Они обеднены относительно их минерализации микрокомпонентами. Содержание брома не превышает 58, лития – 1,51, рубидия – 0,04, стронция – 28,6 мг/дм³.

Температура подземных вод от (- 1,5) до (-2,0 °С).

Подземные воды метегеро-ичерского водоносного комплекса обладают сульфатной агрессивностью по отношению к бетону.

Состав газов, растворенных в рассолах комплекса изменяется от азотного до азотно-метанового. Газовый фактор колеблется от 0,01 до 0,25. [Дроздов, Иост, Лобанов и др., 2008; Янников, Иост, 2017]

Гидрогеологическая характеристика пород чарской свиты

Залегающие под подошвой метегеро-ичерского водоносного комплекса *галогео-карбонатные отложения чарской свиты* следует рассматривать как исключительно слабопроницаемые породы. Выделенные по комплексу ГИС пласты-коллекторы характеризуются низким коэффициентом общей пористости от 7 до 15% [Дроздов, Иост, Лобанов и др., 2008; Янников, Иост, 2017].

Абсолютные отметки первого коллектора чарской свиты изменяются от -260,1 м. (скв. 306) до -277,0 м. (скв. 301). Мощность пластов – коллекторов от 0,8 м, до 4,8 м. Эффективная мощность коллекторов от 13,8 м, до 16 м. Пласты-коллекторы между собой разделяются мощными пачками каменной соли от 23,0 м. до 106,2 м.

Замеренное давление в пределах коллекторов №№ 1-3 в скважине №№ 301, полученное при испытаниях пластоиспытателем КИИ-65, варьирует от 24 до 71,0 кгс/см². Давление в пределах коллектора № 5 по скважине 302 составляет 88 кгс/см².

Таблица 4.6

Характеристика коллекторов чарской свиты, выделенных по результатам ГИС

№№ коллектора	кровля, м.	подошва м.	мощность, м.	Пористость, %				Примечание	
				Кп бщ.	Кп БК	Кп эф.	Кп АК		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Скважина № 301 (а.о.устья +401,3м)									
1	678,3 (-277,0)	682,1 (-280,8)	3,8	7,5			4,5	каверно-межзерновой тип пористости	
	682,1 (-280,8)	682,9 (-281,6)							0,8
	682,9 (-281,6)	684,1 (-282,8)	1,2	7			4,6	межзерновой тип пористости	
	684,5 (-283,2)	685,3 (-284,0)	0,8	9			7,5		
	686,1 (-284,8)	686,9 (-285,6)	0,8	9			4,6	трещино-межзерновой тип пористости	
	2	731,3 (-330,0)	732,9 (-331,6)	1,6	11			10,3	гранулярный тип пористости
		732,9 (-331,6)	737,7 (-336,4)	4,8	12,5			9	трещино-межзерновой тип пористости
3	770,5 (-369,2)	771,3 (-370,0)	0,8	10			8,7	трещино-межзерновой тип пористости	
	776,7 (-366,4)	778,1 (-376,8)	1,4	14					
	Общая мощность:		16,0	9,9			6,7		

продолжение таблицы 4.6

Скважина № 302 (а.о.устья +399,4м)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	673,4	675,8	2,4	7		5		
	(-274,0)	(-276,4)						
1	679,8	680,6	0,8	8		7		
	(-280,4)	(-281,2)						
2	727,2	731,8	4,6	12		10,5		
	(-327,8)	(-332,4)						
3	764,4	765,6	1,2	12		10		
	(-365,0)	(-366,2)						
3	772,0	773,0	1,0	11		9		
	(-372,6)	(-373,6)						
4	791,0	794,2	3,2	11		8		
	(-391,6)	(-394,8)						
5	812,0	814,2	2,2	11		8		
	(-412,6)	(-414,8)						
Общая мощность:			15,4	10,3		8,2		
Скважина № 306 (а. о. устья +400,0м)								
1	661,1	663,1	2,0	7,7		5,8		кавернозно- межзерновой тип пористости
	(-260,1)	(-262,1)						
2	709,7	714,0	4,3	13,5		9,5		кавернозный тип пористости
	(-308,7)	(-313,0)						
3	754,0	757,0	3,0	12,2		11,0		межзерновой тип пористости
	(-353,0)	(-356,0)						
4	795,7	797,1	1,4	15,0		11,5		трещино-кавернозный тип пористости
	(-394,7)	(-396,1)						
5	800,5	803,6	3,1	12,2		11,1		каверно-межзерновой тип пористости
	(-399,5)	(-402,6)						
Общая мощность:			13,8	12,1		9,8		

Гидрогеологическая характеристика пород олекминской свиты

Межсолевой олёкминский слабоводоносный комплекс обладает низкими коллекторскими свойствами и приурочен к нижней пачке карбонатных отложений олёкминской свиты. Породы в интервале коллекторов представлены трещиноватыми и кавернозными доломитами, доломитами известковистыми. Комплекс содержит 2-3 пласта - коллектора (№№ 5-6), разделённых между собой глинистыми доломитами, доломито-ангидритами. Мощность пластов – коллекторов от 0,4 м, до 2,5 м (таблица 3.7). Общая мощность комплекса колеблется от 19,1м до 30 м. Эффективная мощность коллекторов от 3 м. (скв. 301) до 5,9 м (скв. 307). Коллектора представлены трещиноватыми доломитами известковистыми, доломитами плотными. Тип пористости трещино-кавернозный. В скважине 307 величины общей пористости в целом соответствует полученным ранее результатам. Открытая пористость в коллекторах скважины 307 составляет от 4,1 до 13,9 % [Дроздов, Иост, Лобанов и др., 2008; Янников, Иост, 2017].

Водоносность пород в пределах указанного интервала охарактеризована по данным испытаний скважин №№ 301, 306 и 307.

Таблица 4.7

Характеристика коллекторов олёкминского водоносного комплекса,
выделенных по результатам ГИС

№№ коллектора	кровля, м.	подолва, м.	мощность, м.	Пористость, %				Коэффициент Водоно- насыщенности, %	Коэффициент Газонефте- насыщенности, %	Примечание
				Кп общ.	Кп БК	Кп эф.	Кп АК			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Скважина № 301 (а. о. устья +401,3м)										
5	1042,1	1043,3	1,2	10,5			7,8	61,0	39,0	трещинный тип пористости
	(-640,8)	(-642,0)								
6	1045,3	1046,1	0,8	12,0			7,8	61,0	39,0	
	(-644,0)	(-644,8)								
6	1060,2	1061,2	1,0	17,0			8,5	43,0	57,0	межзерново-трещинный тип пористости
	(-658,9)	(-659,9)								
Общая эффективная мощность:			3,0	13,2			8,0	55,0	45,0	
Скважина № 302 (а. о. устья +399,4м)										
	1027,6	1028,8	1,2	10,0			8,0	9,5	74,5	
	(-628,2)	(-629,4)								
	1033,0	1033,6	0,6	16,0		10,0	10,5	78,0		
	(-633,6)	(-634,2)								
	1038,4	1038,8	0,4	10,0		8,0	9,5	63,0		
	(-639,0)	(-639,4)								

продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1041,2 (-641,8)	1042,0 (-642,6)	0,8	16,0		11,0	10,5		69,0	
	1056,4 (-657,0)	1057,6 (-658,2)	1,2	9,0		4,0	8,2		74,0	
	Общая эффективная мощность:		4,2	12,2		8,2	9,6		71,7	
Скважина № 306 (а. о. устья +400,0м)										
	1009,5 (-608,5)	1010,6 (-609,6)	1,1	6,4	2,6	6,0	8,7		Газо-водосодержащий	трещино-кавернозный тип пористости, флюидосодержащие
	1011,5 (-610,5)	1015,5 (-614,5)	4,0	5,4	1,6	4,4	6,2			
	1017,4 (-616,4)	1018,1 (-617,1)	0,7	6,0	2,7	6,3	12,3			трещино-кавернозный тип пористости, флюидосодержащие
	Общая эффективная мощность:		5,8	5,9	2,3	5,6	9,1			
	1023,8 (-622,8)	1024,2 (-623,2)	0,4	5,3	2,7	5,6	8,9			
	1029,1 (-628,1)	1031,6 (-630,6)	2,5	5,5	1,9	6,0	9,4		трещино-кавернозный тип пористости, флюидосодержащие	
	1033,1 (-632,1)	1034,2 (-633,2)	1,1	5,9	1,9	4,4	6,2			
	1035,6 (-634,6)	1036,8 (-635,8)	1,2	6,3	3,8	6,0	11,9			
	Общая эффективная мощность:		5,2	5,8	2,6	5,5	9,1			
Скважина № 307 (а. о. устья +399,7м)										
	915,0 -515,3	916,5 -516,8	1,5	6,6			5		газо-водосодержащие	
	922,0 -522,3	922,6 -522,9	0,6	6,3			4,1			
	1008,2 (-608,5)	1008,8 (-609,1)	0,6	10,7			9,2			трещино-кавернозный тип пористости, флюидосодержащие
	1013,2 (-613,5)	1014,0 (-614,3)	0,8	8,7			6,8			
	1024,2 (-624,5)	1024,8 (-625,1)	0,6	9,4			10,2			трещино-кавернозный тип пористости, флюид+газ
	1027,2 (-627,5)	1027,8 (-628,1)	0,6	9,2			5,3			
	1028,8 (-629,1)	1029,2 (-629,5)	0,4	10,1			7,4			трещино-кавернозный тип пористости, флюидосодержащие
	1031,8 (-632,1)	1032,6 (-632,9)	0,8	11,3			13,9			
	Общая эффективная мощность:		5,9	9,04			7,74			

В интервале олёмминского водоносного комплекса по скважине № 306 выполнено 4 постановки пластоиспытателя; по скважине № 307 – одна постановка. Результаты постановок пластоиспытателя КИИ-95 и КИИ-65 приведены в таблице 4.8.

Таблица 4.8

Результаты постановок пластоиспытателей КИИ-95 в скважине № 306 и КИИ-65 в скважине № 307 (олёмминский водоносный комплекс)

№№ испытания	Интервал от-до, м.	№№ коллектора	Интервал коллектора, от-до, м.	Результаты постановок КИИ-95 и КИИ-65				
	в абс. отм., от-до, м.		в абс. отм., от-до, м.	Время открытого периода, мин.	Время закрытого периода, мин.	Дебит пластовых вод м ³ /сут.	Дебит пластовых газов м ³ /час.	Замеренное пластовое давление, кгс/см ²
				T _{откр.}	T _{закр.}	Q	Q	
2	3	4	5	6	8	9	10	
<i>скважина 306</i>								
4	1016,0-1041,5	4-5	(-616,4) - (-623,2)	60	240	0,41	1,69	102,0
	(-615,0)-(-640,5)		6					
5	950,0-1054,2	4-5	(-608,5) - (-623,2)	840	0	0,19	0,17	14
	(-549,0)-(-653,2)		6					
6	985,0-1054,2	4-5	(-608,5) - (-623,2)	240	360	0,22	0,15	122,0
	(-584,0)-(-653,2)		6					
7	950,0-1054,2	4-5	(-608,5) - (-623,2)	120	355	0,37	0,02	20,0
	(-549,0)-(-653,2)		6					
<i>скважина 307</i>								
1	1002,0-1050,0	4-6	(-608,5) - (-632,9)	120	120	0,72	-	84,8
	(-602,3)-(-650,3)							

Наблюдения за восстановлением уровня после откачки-отдувки компрессором показали, что кривая восстановления уровня приобретает плавный характер спустя 5-6 часов после возбуждения. Дебит притока рассолов определен по скорости восстановления уровня в скважине и составил 0,03 м³/сут. Коэффициент водопроницаемости пласта, определенный графоаналитическим методом составил $3,7 \times 10^{-3}$ м²/сут.

Параметры, полученные при постановках пластоиспытателя КИИ-95 и откачках-отдувках, сопоставимы и характеризуют олёмминский водоносный горизонт как весьма слабодонасыщенный.

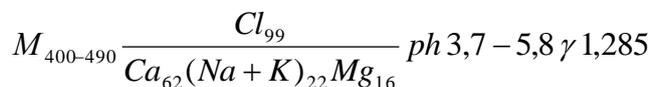
Параметры олёмминского водоносного комплекса, определённые по результатам обработки откачек, приведены в таблице 4.9

Гидродинамические параметры олёкминского водоносного горизонта

№, № скважин	Вид исследования	Время исследования, сут,	Параметры			
			Дебит, м ³ /сут,	Понижение, м,	Водопроницаемость, м ² /сут	Коэффициент пьезопроводности, м ² /сут
301	Откачка-отдувка компрессором	6,3	0,08 (по восстановлению)	1103,8	0,0019	н.о.
302	Откачка-отдувка компрессором	7,0	0,08 (по восстановлению)	800,0	н.о.	н.о.
306	Откачка-отдувка компрессором	5,0	0,03 (по восстановлению)	860,8	0,0037	н.о.

По химическому составу рассолы комплекса хлоридного кальциевого состава с минерализацией до 490 г/л. Они коренным образом отличаются от надсолевых рассолов метегеро-ичерского водоносного комплекса и характеризуются кислой реакцией (рН=3,7-5,8), очень высокими концентрациями брома (более 2750 мг/л), калия (более 8900 мг/л), стронция (>689 мг/л), лития (> 38 мг/л), цинка (> 3,8 мг/л), марганца (>2,1 мг/л).

Формула солевого состава:



В составе газов решающую роль играет метан (до 95% по объему), присутствуют тяжелые углеводороды. Характерной особенностью является отсутствие сероводорода. Рассолы являются агрессивными к бетону и металлам по величине рН и содержанию магния.

Гидрогеологическая характеристика пород толбачанской свиты

Гидрогеологические условия месторождения трубки «Интернациональная», в отметках залегания пород толбачанской свиты изучены как по уже имевшимся материалам, полученным по ранее пробуренным скважинам №№ 301, 302 и 306, так и по вновь сооружённым скважине 307 и сети разведочных, дегазационных и геомеханических скважин, сооружённых в подземных горных выработках на горизонте -790 рудника «Интернациональный».

С целью изучения гидрогеологических условий в пределах шахтного поля рудника «Интернациональный» ранее были пробурены три глубокие гидрогеологические скважины с комплексом гидрогеологических, газовых и геофизических исследований:

1. Скважина №301 глубиной 1208,9 метров, пройдена на восточном борту карьера трубки «Интернациональная», в 1980 году.
2. Скважина №302 глубиной 1250 метров пройдена в районе скипового и клетового стволов рудника «Интернациональный», в 1986 году.
3. Скважина №306 глубиной 1450 метров пройдена на юго-западном борту карьера трубки «Интернациональная», в 2006 году.
4. Скважина №307 глубиной 1708,3 метра пройдена на северо-западном борту карьера трубки «Интернациональная», в 2016 году.

В настоящий момент скважины №№301, 302 и 307 ликвидированы.

Информация по гидрогеологическим, газовым и инженерно-геологическим условиям месторождения, полученная после проведения всех исследований по данным скважинам (№№ 301, 302, 306, 307), была достаточна для разработки данного месторождения до отметки (-820) метров. Но для безопасной отработки месторождения, с учётом особенностей локальных гидрогеологических, газовых и инженерно-геологических условий месторождения трубки «Интернациональная», и составления их характеристической оценки, в отметках (-820) – (-1050) м, требовалось более детальное изучение, в ходе которого, могли быть учтены структурно-геологические и литолого-фациальные особенности, а также проведена отдельная оценка, коллекторов толбачанской свиты.

Для выполнения поставленных задач по доизучению гидрогеологических, газовых и инженерно-геологических условий месторождения трубки «Интернациональная» в отметках (-820) – (-1050) м, в период с 2014 по 2016 года, в подземных горных выработках горизонта -790 рудника «Интернациональный», была пробурена сеть опытных скважин [Иост, Янников, 2017; Янников, 2018].

Данные, полученные по скважинам, сооружённым в подземных горных выработках на горизонте -790 рудника «Интернациональный», приведены в таблице 4.10.

Таблица 4.10

Данные по скважинам, сооружённым в подземных горных выработках на горизонте -790 рудника «Интернациональный» в 2014-2016 гг.

№ п/п	№№ скв	Глубина скв., м	Дебит пластовых газов (максимальный), фиксируемый за весь период наблюдений (2014-2016 гг), (м ³ /час)	Дебит пластовых вод (максимальный), фиксируемый за весь период наблюдений (2014-2016 гг), (м ³ /час)
1	2	3	4	5
1	1Д	263,7	131,69	0,500
2	2Д	265,0	25,86	0,155
3	3Д	261,0	172,80	0,100
4	5Д	265,5	135,20	3,320
5	6Д	268,2	163,10	0,100
6	7Д	271,0	59,60	0,820
7	9Д	271,0	91,56	0,110

Схема расположения скважин изображена на рисунке 4.1.

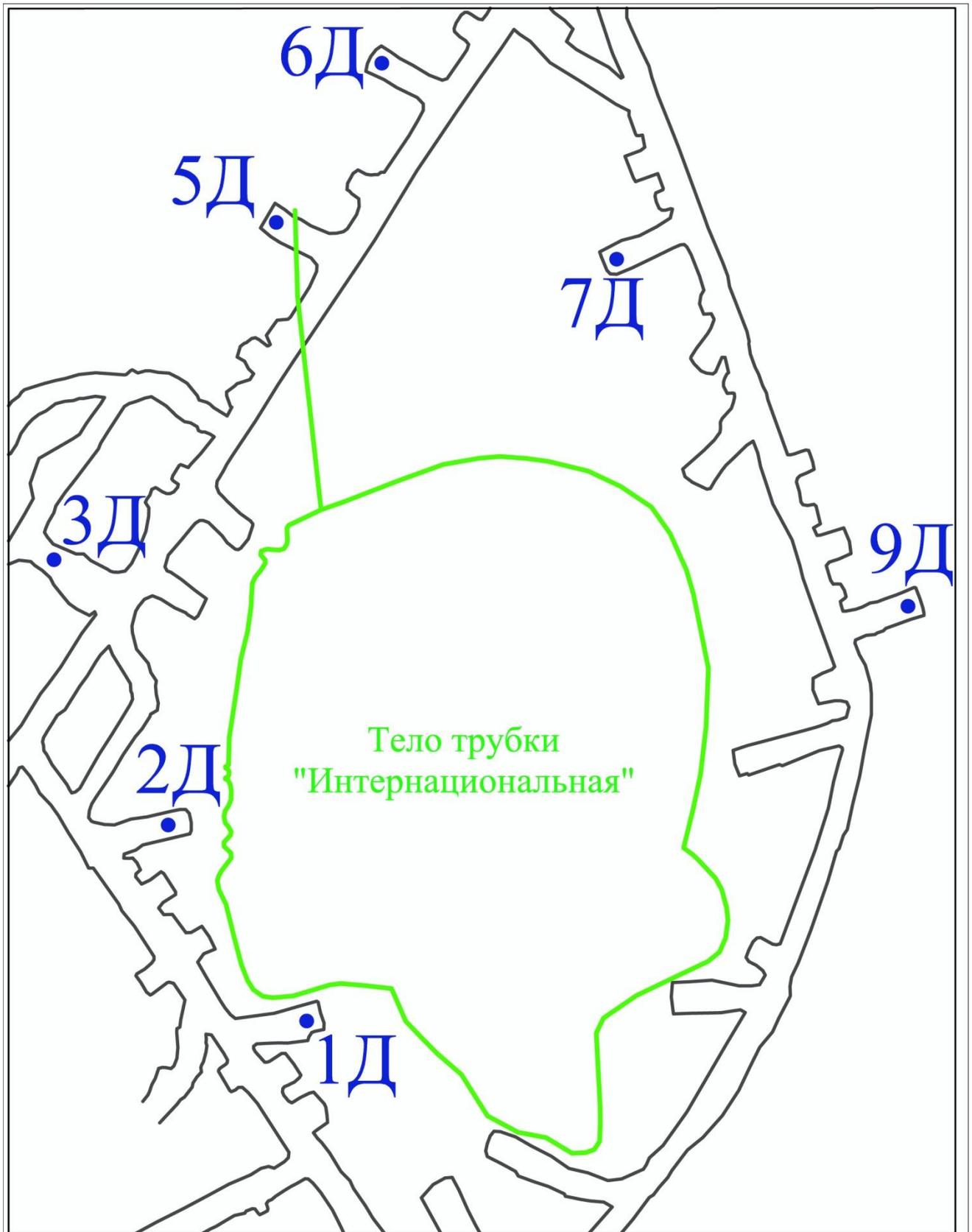


Рис. 4.1 Схема расположения пробуренных дегазационных скважин гор. -790 рудника «Интернациональный».

Помимо скважин, сооружённых из подземных горных выработок рудника «Интернациональный», в 2016 году был пройден вертикальный ствол скважины №307, по которому был проведён полный комплекс специализированных гидрогеологических исследований (в дополнение к уже проведенным по скважине №306).

В результате качественной интерпретации и апробации проведенных исследований (ГИС и постановки пластовоиспытателей) в породах *толбачанской свиты* было выделено 8 рассолосодержащих (водонасыщенных) коллекторов (№№ 7-15). Эффективная мощность коллекторов от 2,0 до 20,0 м. Породы в интервале коллекторов представлены доломитами тонко-мелко-зернистыми тёмно-коричневого цвета слаботрещинчатые. Каждый коллектор содержит от 3 до 10 проницаемых пластов-коллекторов, разделённых между собой глинистыми доломитами, доломито-ангидритами. Мощность пластов – коллекторов от 0,6 м. до 4,5 м. Тип пористости - межзерновой и межзерново-кавернозный. Коэффициент общей пористости варьирует от 3,7 до 6,8 %. Более высокие значения коэффициента общей пористости (до 6,8%) отмечаются в коллекторах №№ 7, 8, 14 и 15. Общая эффективная мощность коллекторов толбачанского водоносного комплекса 62,2 м [Дроздов, Иост, Лобанов и др., 2008; Янников, Иост, 2017; Янников, 2018] (таблица 4.11).

Таблица 4.11

Характеристика коллекторов толбачанского водоносного комплекса, выделенных по результатам ГИС

№№ коллектора	кровля, м.	подошва, м	мощность, м.	Пористость, %				Примечание
				$K^{пнк}_r$	$K^{п} БК$	$K^{пНК}_r + АК$	$K^{п} АК$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Скважина № 306 (а. о. устья +400,0м)								
7	1217,8	1219,1	1,3	4,7		6,0	8,7	межзерново-кавернозный тип пористости
	(-816,7)	(-818,0)						
	1219,7	1220,5	0,8	5,0		5,3	4,2	межзерновой тип пористости
	(-818,6)	(-819,4)						
	1223,5	1225,9	2,4	6,4	2,0	5,8	3,5	
(-822,4)	(-824,8)							
<i>Эффективная мощность, м</i>		4,5	5,4		5,7	5,5		
8	1242,5	1247,0	4,5	4,9		6,0	4,5	межзерново-кавернозный тип пористости
	(-841,4)	(-846,0)						
	1247,0	1248,5	1,5	6,7		6,2	4,2	
	(-846,0)							
	1248,5	1249,8	1,3	5,0		5,9	7,8	межзерново-кавернозный тип пористости

продолжение таблицы 4.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	1249,8	1252,2	2,4	5,9		6,2	5,7	межзерновой тип пористости
	1252,2	1254,4	2,2	5,5		6,2	5,7	межзерново-кавернозный тип пористости
	1254,4	1258,8	4,4	4,2		5,0	4,0	межзерновой тип пористости
	(-853,3)	(-857,7)						
	1259,9	1261,2	1,3	4,7		5,8	8,3	межзерново-кавернозный тип пористости
	(-858,8)	(-860,1)						
	1263,0	1264,0	1,0	5,5		6,0	7,1	
	(-861,9)	(-862,9)						
	1264,9	1265,5	0,6	4,8		4,8	5,9	
	(-863,8)	(-864,4)						
1266,3	1267,1	0,8	5,2		5,5	7,1		
(-865,2)	(-866,0)							
Эффективная мощность, м			20,0	5,2		5,7	6,0	
9	1269,0	1272,0	3,0	4,4		4,8	6,1	межзерново-кавернозный тип пористости
	(-867,9)	(-870,9)						
	1273,8	1274,2	0,4	4,7		6,8	10,1	
	(-872,7)	(-873,1)						
	1275,2	1276,6	1,4	3,7		4,8	4,2	
	(-874,1)	(-875,5)						
	1276,6	1279,8	3,2	5,7		5,8	5,0	межзерновой тип пористости
	1279,8	1280,9	1,1	3,5		6,0	7,3	межзерново-кавернозный тип пористости
	(-878,7)	(-879,8)						
	1282,5	1283,8	1,3	5,1		6,8	6,8	
	(-881,4)	(-882,7)						
	1283,8	1284,2	0,4	6,1		5,1	2,8	межзерновой тип пористости
	1284,2	1285,3	1,1	4,1		5,3	4,7	межзерново-кавернозный тип пористости
	(-883,1)	(-884,2)						
1287,5	1289,3	1,8	5,5		5,3	4	межзерновой тип пористости	
(-886,4)	(-888,2)							
1289,8	1290,3	0,5	4,8	1,8	5,8	7,5	межзерново-кавернозный тип пористости	
(-888,7)	(-889,2)							
Эффективная мощность, м			14,2	4,8		5,6	5,8	
10	1295,4	1297,0	1,6	4,4		3,8	2,1	межзерновой тип пористости
	(-894,3)	(-895,9)						
	1298,0	1298,8	0,8	3,7		5,1	5,7	межзерново-кавернозный тип пористости
	(-896,9)	(-897,7)						
Эффективная мощность, м			2,4	4,0		4,5	3,9	
11	1309,2	1310,8	1,6	3,7		5,0	4,7	межзерново-кавернозный тип пористости
	(-908,1)	(-909,7)						
	1313,2	1313,8	0,6	4,1		8,5	11,1	
	(-912,1)	(-912,7)						
Эффективная мощность, м			2,2	3,9		6,7	7,9	
12	1331,7	1332,4	0,7	4,3		6,0	6,4	межзерново-кавернозный тип пористости
	(-930,6)	(-931,3)						

продолжение таблицы 4.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9		
12	1333,5 (-932,4)	1334,3 (-933,2)	0,8	5,6			6,4	5,4	межзерновой тип пористости	
	1335,6 (-934,5)	1336,4 (-935,3)								
	1337,3 (-936,2)	1338,6 (-937,5)	1,3	6,0	2,2		5,1	3,1	межзерновой тип пористости	
	1341,0 (-939,9)	1342,0 (-940,9)	1,0	4,4			4,4	1,9		
	1342,6 (-941,5)	1343,4 (-942,3)	0,8	4,1			4,8	3,8		
	1345,3 (-944,2)	1346,2 (-945,1)	0,9	4,1			6,1	6,6	межзерново-кавернозный тип пористости	
	Эффективная мощность, м		6,3	4,6			5,8	5,4		
	13	1353,0 (-951,9)	1356,8 (-955,7)	3,8	3,2					трещино-межзерновой тип пористости
		Эффективная мощность, м		3,8	3,2					
		1359,4 (-958,3)	1360,0 (-958,9)	0,6	4,0					межзерновой тип пористости
14	1372,0 (-970,9)	1373,0 (-971,9)	1,0	5,6	2,5				межзерновой тип пористости, слаботрещиноватые	
	1374,5 (-973,4)	1376,8 (-975,7)	2,3	6,0	3,8					
	Эффективная мощность, м		3,9	5,2	3,1					
	1394,5 (-973,4)	1397,4 (-976,3)	2,9	6,8	3,3					
15	1400,6 (-999,5)	1402,0 (-1000,9)	1,4	6,7	4,5					
	1405,9 (-1004,8)	1406,5 (-1005,4)	0,6	6,4	6,4					
	Эффективная мощность, м		4,9	6,6	4,7				межзерново-трещиноватый	
	Скважина № 307 (а. о. устья +399,7м)									
4	1211,8 -812,1	1213,0 -813,3	1,2	11,6				9,2		
	Эффективная мощность, м		1,2	11,6				9,2		
6	1237,8 -838,1	1238,8 -839,1	1,0	11,7				9,4		
	Эффективная мощность, м		1,0	11,7				9,4		
7	1243,0 -843,3	1244,4 -844,4	1,4	11,3				6,0	межзерново-кавернозный тип пористости	
	Эффективная мощность, м		1,4	11,3				6,0		
8	1264,0 -864,3	1265,0 -865,3	1,0	6,8				6,4	межзерново-кавернозный тип пористости	
	1266,5 -866,8	1267,2 -867,5	0,7	9,2				8,3		

продолжение таблицы 4.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	1274,3	1275,0	0,7	8,9			6,5	
	-874,6	-875,3						
	Эффективная мощность, м		2,4	8,3			7,1	
9	1299,8	1300,6	0,8	8,1			6,6	межзерново-кавернозный тип пористости
	-900,1	-900,9						
	1306,8	1307,6	0,8	10,7			7,9	
	-907,1	-907,9						
	1318,8	1319,8	1,0	9,2			8,5	межзерново-кавернозный тип пористости
	-919,1	-920,1						
Эффективная мощность, м		2,6	9,3			7,7		
14	1428,3	1429,0	0,7	9,3			7,4	межзерновой тип пористости, слаботрещиноватые
	1028,6	1029,3						
	Эффективная мощность, м		0,7	9,3			7,4	
15	1435,6	1436,4	0,8	10,2			9,8	межзерново-трещиноватый
	-1035,9	-1036,7						
	Эффективная мощность, м		0,8	10,2			9,8	

В интервале толбачанского водоносного комплекса по скважине 306 выполнено 4 постановки пластовоиспытателя; по скважине 307 – семь. Результаты постановок пластоиспытателя КИИ-95 и КИИ-65 приведены в таблице 4.12.

Таблица 4.12

Результаты постановок пластоиспытателей (толбачанский водоносный комплекс)

№№ испытания	Интервал от-до, м.	№№ коллектора	Интервал коллектора, м.	Результаты постановок КИИ-95 и КИИ-65					
	в абс. отм., от-до, м.		в абс. отм., от-до, м.	Время открытого периода, мин.	Время закрытого периода, мин.	Дебит пластовых вод м ³ /сут	Дебит пластовых газов м ³ /час	Замеренное пластовое давление, кгс/см ²	
				T _{откр.}	T _{закр.}	Q	Q	P _{пл.}	
1	2	3	4	5	6	8	9	10	
скважина 306									
12	1212,1-1286,3 (-811,0)-(-885,2)	7, 8	(-811,7)-(-866,0)	241	367	1,27	2,86	112,0	
13	1271,2-1326,7 (-870,1)-(-925,6)			9-11	(-867,9)-(-912,7)	240	360	0,15	0,03
14	1314,1-1377,5 (-913,0)-(-976,4)	12-14	(-930,6)-(-975,7)	241	258	0,68	1,38	128,0	
15	1373,2-1450,0 (-973,2)-(-1050,0)	15	(-973,4)-(-1005,4)	244	364	5,37	-	132,0	
скважина 307									
2	1047,0-1108,5 (-647,3)-(-708,8)	-	-	120	120	0,0	0,0	79,0	
3	1114,5-1190,0 (-714,8)-(-790,3)	1	(-775,3)-(-777,3)	140	255	0,07	0,0	76,0	
4	1190,0-1230,0 (-790,3)-(-830,3)	2-5	(-795,3)-(-825,5)	120	120	1,63	0,3	113,0	

продолжение таблицы 4.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	1231,8-1280,0 (-832,1)-(-880,3)	6-8	(-838,1)-(-880,3)	120	120	7,68	1,2	111,0
6	1280,0-1320,0 (-880,3)-(-920,3)							
7	1320,0-1390,0 (-920,3)-(-990,3)	10-12	(-926,4)-(-990,3)	240	240	0	0,0	-
8	1388,8-1452,0 (-989,1)-(-1052,3)	13-15	(-994,3)-(-1042,0)	240	240	27,84	2,0	157,4

При испытании коллектора № 1 (третья постановка) время открытого притока – 140 минут (рис. 4.2). Дебит пластовых вод по восстановлению – $0,003 \text{ м}^3/\text{час}$ ($0,07 \text{ м}^3/\text{сут}$). Дебит пластовых газов $0,0 \text{ м}^3/\text{час}$. Замеренное давление, полученное при испытании интервала, составляет $76 \text{ кгс}/\text{см}^2$.

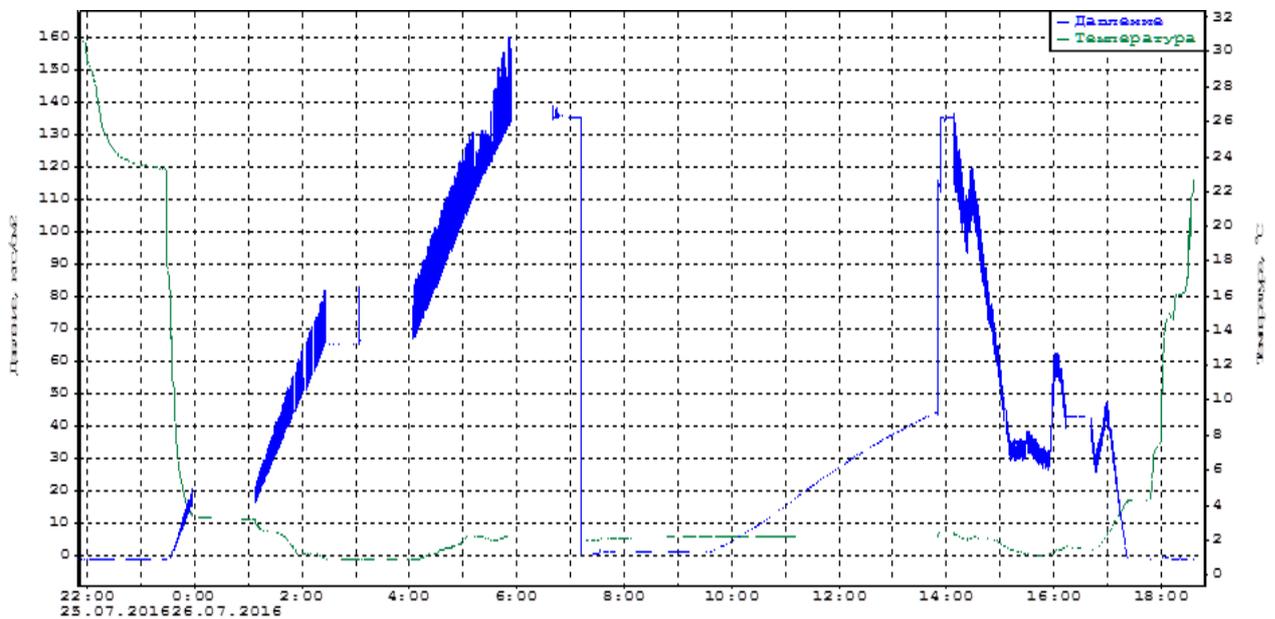


Рис. 4.2 Кривая восстановления давления. Интервал испытания 1114,5 – 1190,0м (абс. отм. (-714,8)-(-790,3)м.)

При испытании коллекторов №№ 2 - 5 время открытого притока – 120 минут (рис. 4.3). Дебит по восстановлению – $0,068 \text{ м}^3/\text{час}$ ($1,63 \text{ м}^3/\text{сут}$). Дебит пластовых газов $0,3 \text{ м}^3/\text{час}$. Замеренное давление, полученное при испытании интервала, составляет $113 \text{ кгс}/\text{см}^2$. Средняя общая пористость коллекторов 9,2-11,6 %.

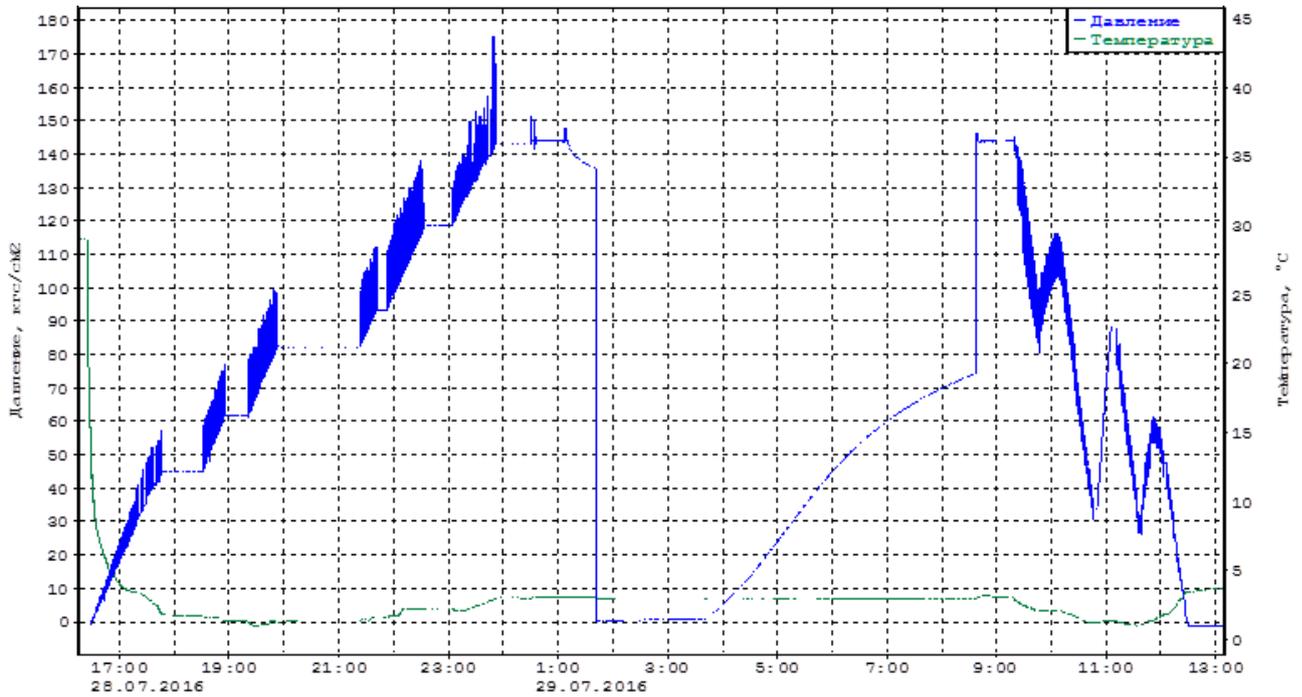


Рис. 4.3 Кривая восстановления давления. Интервал испытания 1190,0-1230,0м (абс. отм. (-790,3)-(-830,3)м.)

При испытании коллекторов №№ 6-8 время открытого притока – 120 минут (рис. 4.4). Дебит по восстановлению – $0,32 \text{ м}^3/\text{час}$ ($7,68 \text{ м}^3/\text{сут}$). Дебит пластовых газов $1,2 \text{ м}^3/\text{час}$. Замеренное давление, полученное при испытании интервала, составляет $111 \text{ кгс}/\text{см}^2$. Средняя общая пористость коллекторов 6,0-11,3 %.

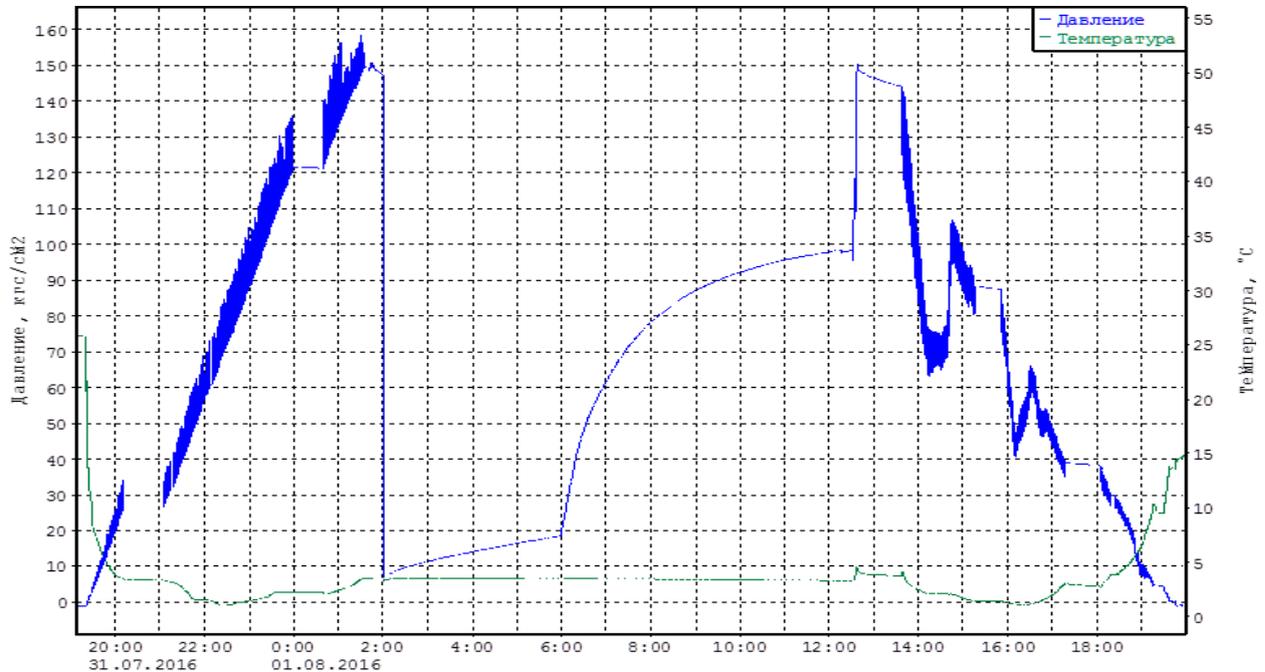


Рис. 4.4 Кривая восстановления давления. Интервал испытания 1231,8-1280,0м (абс. отм. (-832,1)-(-880,3)м.)

При испытании коллектора №№ 8-9 время открытого притока – 240 минут (рис. 4.5). Дебит по восстановлению – $0,71 \text{ м}^3/\text{час}$ ($17,04 \text{ м}^3/\text{сут}$). Дебит пластовых газов $0,99 \text{ м}^3/\text{час}$.

Замеренное давление, полученное при испытании интервала, составляет 138,5 кгс/см².
Средняя общая пористость коллектора 7,1-9,3 %.

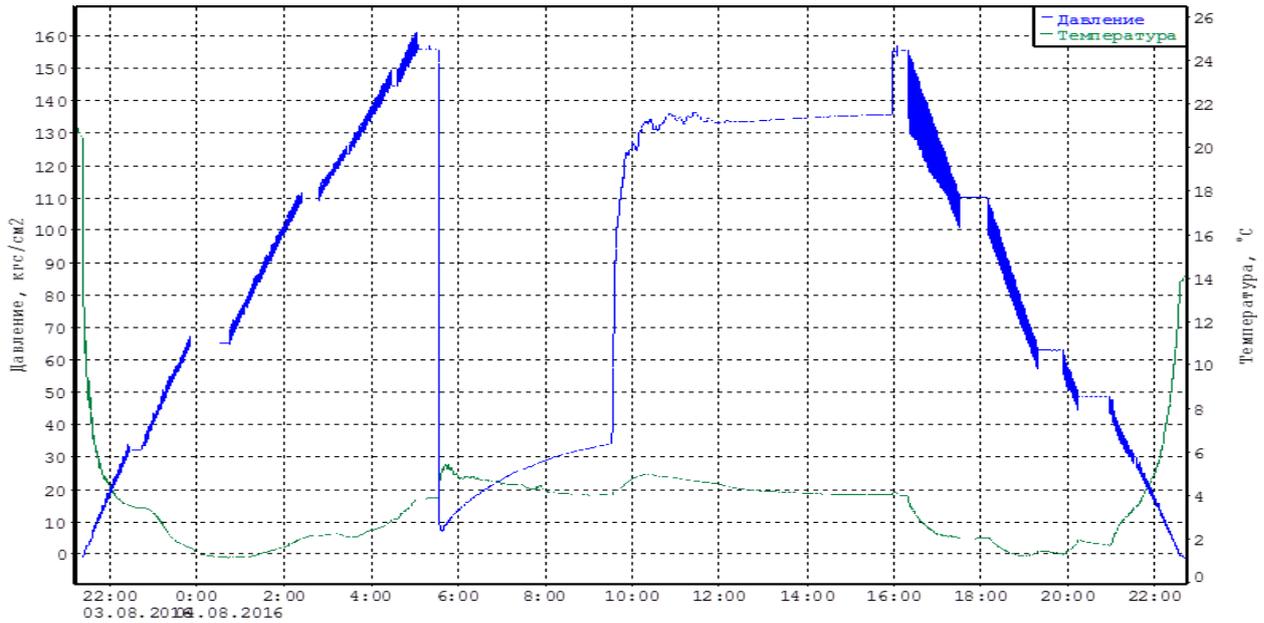


Рис. 4.5 Кривая восстановления давления. Интервал испытания 1280,0-1320,0м
(абс. отм. (-880,3)-(-920,3)м.)

При испытании коллекторов №№ 13-15 время открытого притока – 240 минут (рис. 4.6). Дебит по восстановлению – 1,2 м³/час (27,84 м³/сут). Дебит пластовых газов 2,0 м³/час. Замеренное давление, полученное при испытании интервала, составляет 157,4 кгс/см². Средняя общая пористость коллекторов 7,4-10,2 %.

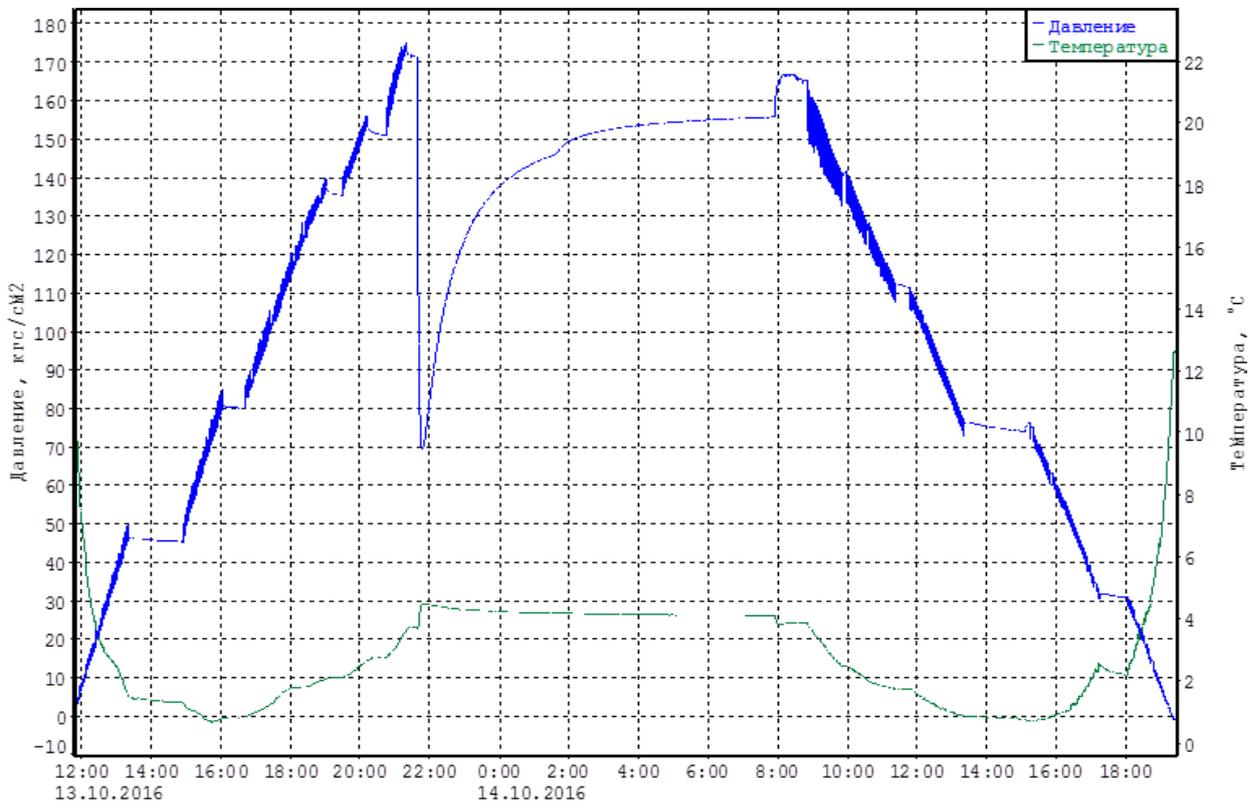


Рис. 4.6 Кривая восстановления давления. Интервал испытания 1388,8-1452,0м
(абс. отм. (-989,1)-(-1052,3)м.)

Таким образом, наиболее значительные притоки в толбачанском водоносном комплексе можно ожидать в интервале (-832,0) – (-1042,0) м.

Необходимо отметить, что в результате режимных наблюдений по сети скважин, пробуренных из подземных горных выработок горизонта -790 м. рудника «Интернациональный» были выявлены некоторые закономерности, обусловленные литологическими, структурно-фациальными особенностями коллекторов толбачанской свиты. Главной особенностью являлась резко изменяемая интенсивность притока рассолов по наблюдаемым скважинам. Максимальные водопритоки, как правило, фиксировались на момент вскрытия водонасыщенных коллекторов. Данные, полученные в ходе натурных наблюдений, подтвердили, что изменчивая интенсивность водоприток по скважинам обусловлена особенностями водосодержащих коллекторов толбачанской свиты. А именно крайне низкими параметрами проводимости и крайне малыми естественными запасами данных высоконапорных, высокоминерализованных (до 520 г/литр) пластовых вод (рассолов). Для скважин было характерно непостоянство расходов (дебитов) наблюдаемых водоприток и их малодобитность (фиксируемые притоки редко превышали 250-300 л/час). Самоизлив вод, как правило, был не продолжителен, эпизодичен, за фиксируемыми в ходе натурных наблюдений «всплесками активности», (продолжительностью от 2-5 дней до 15-25) следовали долговременные периоды с полным отсутствием каких-либо водопроявлений. У каждой скважины, (из числа тех, на которых отмечалось наличие притоков пластовых вод), был сформирован свой режим, вероятно обусловленный её расположением относительно участка сложного структурно-тектонического строения, приуроченного к малоамплитудному тектоническому нарушению, фиксируемому по наличию сблизенных кимберлитовых жил, ступенчатых сбросов и флексурным перегибам слоёв вмещающих пород [Янников, Иост, 2017; Янников, 2018].

Результаты проведенных замеров и полученные дебиты (расходы) пластовых вод по скважинам, пробуренным из подземных горных выработок горизонта -790 м. рудника «Интернациональный», приведены в таблице 4.13.

Таблица 4.13

Результаты проведенных замеров дебита пластовых вод

скважины		1Д	2Д	3Д	5Д	6Д'	7Д	9Д
№ п/п	Дата замера	Фиксируемый дебит пластовых вод, м ³ /час						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	18.12.2013						0,5	
2	24.12.2013						0,4	
3	16.01.2014						0,5	
4	27.01.2014						-	

продолжение таблицы 4.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	19.02.2014						0,1	
6	03.03.2014						-	
7	13.03.2014					-	-	
8	14.03.2014					-	-	
9	15.03.2014					-	-	
10	17.03.2014					-	-	
11	20.03.2014					-	-	
12	27.03.2014					-	-	
13	04.04.2014					-	0,085	
14	21.04.2014					-	0,03	
15	05.05.2014		-			0,1	0,0	
16	07.05.2014		-			-	-	
17	12.05.2014		0,12			0,04	-	
18	15.05.2014		-			0,02	0,066	
19	20.05.2014		0,12			-	0,03	
20	27.05.2014		-			-	-	
21	03.06.2014		0,155			-	-	
22	10.06.2014		0,1	-		-	0,03	
23	17.06.2014		0,08	-		-	0,03	
24	25.06.2014		-	-		-	-	
25	26.06.2014		0,03	-		-	0,04	
26	01.07.2014		0,07	-		-	0,05	
27	04.07.2014		0,05	-		-	0,03	
28	08.07.2014		0,02	-		-	0,03	
29	11.07.2014		-	-		-	-	
30	15.07.2014		0,02	-		0,01	0,02	
31	18.07.2014		0,02	-		-	0,02	
32	22.07.2014		0,06	-		-	0,0	
33	26.07.2014		0,06	-		-	0,04	
34	29.07.2014		0,04	-		-	0,0	
35	05.08.2014		0,01	-		-	0,0	
36	13.08.2014		0,06	-		0,01	0,04	
37	02.09.2014		0,04	0,1	-	0,01	0,03	
38	09.09.2014		0,02	0,1	-	-	0,03	
39	16.09.2014		0,02	0,1	-	-	0,02	
40	22.09.2014		0,02	0,08	0,08	-	0,03	
41	02.10.2014		0,03	0,05	0,05	-	0,02	
42	07.10.2014		0,01	0,03	0,02	-	0,01	
43	22.10.2014		-	-	-	-	-	
44	11.11.2014		-	-	0,01	0,01	-	
45	13.11.2014		0,1	-	0,01	0,01	-	
46	24.11.2014	-	-	-	-	-	-	
47	28.11.2014	-	-	-	-	-	-	
48	03.12.2014	-	0,03	0,02	0,02	0,0	0,01	
49	09.12.2014	-	-	-	-	-	-	
50	11.12.2014	0,0	-	-	-	-	-	
51	13.01.2015	0,25	0,0	0,0	0,05	0,0	0,05	
52	28.01.2015	0,04	0,0	0,0	0,02	0,0	0,05	

продолжение таблицы 4.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9
53	27.02.2015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,05	0,0	
54	03.03.2015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
55	12.03.2015	0,0	0,036	0,0	0,015	0,0	0,0	
56	07.04.2015	0,05	0,0	0,0	0,02	0,0	0,0	
57	20.04.2015	0,02	0,0	0,0	0,015	0,01	0,0	
58	06.05.2015	0,01	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	
59	20.05.2015	0,015	0,0	0,0	0,015	0,0	0,0	
60	03.07.2015	0,04	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	
61	23.07.2015	-	-	-	-	-	-	
62	14.08.2015	-	-	-	0,2	-	-	
63	17.08.2015	0,01	-	-	0,1	-	0,02	
64	21.08.2015	0,1	-	-	-	-	0,1	
65	22.08.2015	0,0	-	-	-	-	0,28	
66	23.08.2015	0,0	-	-	-	-	0,0	
67	24.08.2015	0,0	-	-	-	-	0,0	
68	25.08.2015	0,0	-	-	-	-	0,0	
69	26.08.2015	0,0	-	-	-	-	0,0	
70	27.08.2015	0,0	-	-	-	-	0,08	
71	28.08.2015	0,0	-	-	-	-	0,3	
72	29.08.2015	0,0	-	-	-	-	0,0	
73	30.08.2015	0,0	-	-	-	-	0,0	
74	31.08.2015	0,0	-	-	-	-	0,0	
75	01.09.2015	0,0	-	-	-	-	0,32	
76	02.09.2015	0,0	-	-	-	-	0,0	-
77	03.09.2015	0,0	-	-	-	-	0,0	-
78	04.09.2015	0,0	-	-	-	-	0,0	-
79	05.09.2015	0,0	-	-	-	-	-	-
80	06.09.2015	0,0	-	-	-	-	0,0	-
81	07.09.2015	0,0	-	-	-	-	0,0	-
82	08.09.2015	0,0	-	-	-	-	0,0	-
83	09.09.2015	0,0	-	-	0,185	-	0,0	-
84	10.09.2015	0,0	-	-	-	-	0,0	-
85	11.09.2015	0,0	-	-	-	-	0,0	-
86	12.09.2015	0,06	-	-	-	-	0,0	-
87	13.09.2015	0,0	-	-	-	-	0,0	-
88	14.09.2015	0,0	-	-	-	-	0,0	-
89	15.09.2015	0,0	-	-	-	-	0,0	-
90	16.09.2015	0,0	-	-	-	-	0,0	-
91	17.09.2015	0,0	-	-	-	-	0,0	-
92	18.09.2015	0,0	-	-	-	-	0,8	-
93	19.09.2015	-	-	-	-	-	-	-
94	20.09.2015	-	-	-	-	-	-	-
95	21.09.2015	-	-	-	-	-	-	-
96	22.09.2015	-	-	-	-	-	0,307	-
97	23.09.2015	-	-	-	-	-	0,0	-
98	24.09.2015	-	-	-	-	-	0,0	-
99	25.09.2015	-	-	-	-	-	0,0	-
100	26.09.2015	0,053	-	-	-	0,021	0,0	-

продолжение таблицы 4.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9
101	27.09.2015	0,0	-	-	-	0	0,0	-
102	28.09.2015	0,0	-	-	-	0	0,0	-
103	05.10.2015	0,0	-	-	0,127	0	0,24	-
104	12.10.2015	0,0	-	-	-	0	0,3	-
105	20.10.2015	0,0	-	-	-	0	0,1	-
106	26.10.2015	0,444	-	-	0,092	0	0,491	-
107	02.11.2015	0,0	-	-	-	0	0,08	-
108	09.11.2015	0,12	-	-	-	0	0,0	-
109	17.11.2015	0,0	-	-	-	0	0,0	-
110	27.11.2015	0,088	-	-	0	0	0,0	-
111	01.12.2015	0,08	-	-	0,15	0	0,0	0,1
112	24.12.2015	0,12	0,04	-	0,15	0	0,0	0,11
113	13.01.2016	-	-	-	-	0	0,0	-
114	16.01.2016	-	-	-	1,2	0	0,0	-
115	21.01.2016	0,04	0,0	0,0	0,2	0	0,0	0,0
116	27.01.2016	0,06	0,0	0,0	0,87	0	0,0	0,0
117	04.02.2016	0,0	0,0	0,0	1,5	0	0,0	0,0
118	11.02.2016	0,05	0,0	0,0	1,3	0,01	0,0	0,07
119	19.02.2016	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
120	25.02.2016	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
121	03.03.2016	0,0	0,0	0,0	-	0	0,0	0,0
122	10.03.2016	0,0	0,0	0,0	0,1	0	0,0	0,03
123	15.03.2016	-	-	-	-	-	-	-
124	17.03.2016	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
125	24.03.2016	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
126	31.03.2016	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
127	07.04.2016	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
128	14.04.2016	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
129	21.04.2016	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0
130	26.04.2016	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
131	10.05.2016	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0
132	13.05.2016	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0
133	19.05.2016	0,0	0,0	0,002	0,0	0,0	0,0	0,18
134	26.05.2016	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0
135	03.06.2016	1,3	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
136	09.06.2016	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0
137	17.06.2016	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
138	23.06.2016	0,1	0,0	0,006	0,0	0,0	0,0	0,0
139	25.06.2016	-	-	-	-	-	-	-
140	29.06.2016	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
141	08.07.2016	0,0	Скважина ликвидирована	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
142	13.07.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
143	20.07.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,02	0,0
144	27.07.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
145	05.08.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
146	10.08.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,001	0,0
147	20.08.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
148	27.08.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

продолжение таблицы 4.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9
149	02.09.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
150	07.09.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
151	16.09.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
152	23.09.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
153	30.09.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
154	07.10.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
155	14.10.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
156	21.10.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
157	26.10.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
158	03.11.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
159	11.11.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
160	18.11.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
161	23.11.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
162	30.11.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
163	07.12.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
164	14.12.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
165	21.12.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
166	27.12.2016	0,0		0,0	0,0	0,0	0,01	0,0

Примечания:

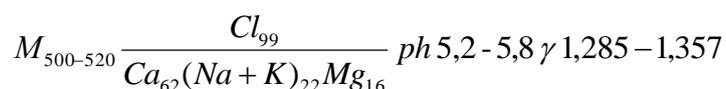
1. «-» – дебит пластовых вод не замерялся.
2. Объединённые ячейки – скважина ещё не была сооружена.

Одним из основных параметров, которые используются в гидрогеологических расчётах, является коэффициент водопроводимости (КМ), определение которого, было выполнено на основании обработки результатов опытно-фильтрационных работ по скважинам №306 и №307.

Производились откачки с понижениями 960-1020 метров. Дебит притока рассолов определен по скорости восстановления уровня в скважине и составил 0,04-0,16 м³/час (0,9-3,8 м³/сут). Коэффициент водопроводимости горизонтов, определенный графоаналитическим методом весьма низок и составил 0,36-0,99 × 10⁻³ м²/сут. [Янников, Иост, 2017; Янников, 2018]

Воды комплекса высоконапорные. По химическому составу рассолы комплекса хлоридного кальциевого состава с минерализацией до 520 г/л. Они несколько отличны от рассолов олёкминского водоносного комплекса и характеризуются кислой реакцией (рН до 5,8), очень высокими концентрациями брома, калия, стронция, лития, цинка, марганца.

Формула солевого состава:



Рассолы являются агрессивными к бетону и металлам по величине рН и содержанию магния.

Отбор проб пластовых вод, произведённый в 2014-2016 гг, выявил их стабильный анионно-катионный состав. Изменения и некоторые отличия состава пластовых вод и газов по разным скважинам дегазационной сети были незначительны и укладывались в уже выявленные литологические и структурно-фациальные особенности коллекторов толбачанской свиты. Результаты химических анализов пластовых вод по дегазационным скважинам гор. отм. -790 за 2014-2016 гг приведены в таблице 4.14.

Таблица 4.14

Результаты химических анализов проб пластовых вод, отобранных из дегазационных скважин в 2014-2016гг.

Место отбора (№ скважины)	год отбора	глубина, м	Плотность, г/см ³	Жёсткость общая, мг-экв./л	рН	Анионы, г/л			Катионы, г/л				Минерализация, г/л	бромиды, г/л
						НСО ₃	Сl	SO ₄	Ca	Mg	Na	K		
1Д	2014	на устье	1,359	7778	4,9	1,5	316	0,58	128	17	21	13	504	6,1
	2015		1,359	7667	4,7	1,5	316	0,04	127	16	23	13	502	5,8
	2016		1,360	8510	5,0	1,5	319	0,12	141	18	6	14	505	5,7
2Д	2014		1,357	8490	5,3	1,5	320	0,04	141	18	5	14	507	7,7
	2015		1,360	8479	4,8	1,4	317	0,3	141	18	5	14	503	6,4
	2016		1,360	8592	5,3	1,4	318	0,5	143	17	5	14	509	6,0
3Д	2014		1,360	8534	5,4	0,8	322	0,25	140	19	6	16	510	6,9
	2015		1,354	8251	4,9	1,4	317	0,62	135	19	5	20	505	7,0
	2016		1,353	8526	4,6	1,4	322	0,44	141	18	6	15	511	6,9
5Д	2014		1,367	8776	5,1	1,4	320	0,48	145	18	4	14	514	6,5
	2015		1,358	7972	4,9	1,4	315	0,20	133	17	14	15	503	7,1
	2016		1,355	8 458	4,5	10	319	0,27	140	18	10	11	507	7,3
6Д	2014		1,359	8477	5,4	1,1	322	0,48	138	19	5	16	508	6,4
	2015		1,357	8 655	4,6	1,1	326	0,39	143	18	6	14	519	6,8
	2016		1,359	8 628	5,9	1,3	325	0,42	143	18	6	14	519	6,9
7Д	2014	1,355	8529	5,2	1,0	323	0,13	139	19	5	15	509	6,8	
	2015	1,357	8 765	5,0	1,5	328	0,26	144	19	6	15	520	7,0	
	2016	1,360	8 496	4,9	1,5	319	0,19	140	18	6	14	506	7,2	
9Д	2015	1,360	8 535	4,9	1,4	320	0,81	141	18	7	14	509	7,5	
	2016	1,364	8 518	4,8	1,6	318	0,35	141	18	7	13	506	6,9	

Гидрогеологическая характеристика пород эльганской свиты

Эльганский весьма слабоводоносный горизонт обладает низкими коллекторскими свойствами и приурочен к нижней пачке карбонатных отложений эльганской свиты. Породы в интервале коллекторов представлены трещиноватыми и слабокавернозными известняками, доломитами известковистыми (вторично-доломитизированными). Горизонт содержит 2 водонасыщенных пласта - коллектора (№2 и №3), разделённых между собой глинистыми алевролитами. Мощность пластов – коллекторов по 0,5 м (таблица 4.14). Общая мощность горизонта колеблется от 1,0 м до 3,0 м. Эффективная мощность коллекторов составляет порядка 1,0-1,5 м. (скв. 307). Коллектора представлены трещиноватыми, слабокавернозными известняками. Тип пористости трещино-кавернозный. Открытая пористость в коллекторах по материалам, полученным по скважине 307 составляет от 4,2 до 6,3 % [Янников, 2017; Янников, 2018].

Водоносность пород в пределах указанного интервала охарактеризована по данным испытаний по скважине № 307.

Таблица 4.14

Характеристика коллекторов эльганского слабоводоносного горизонта, выделенных по результатам ГИС

№№ коллектора	кровля, м.	подошва, м.	мощность, м.	Пористость, %				Коэффициент водонасыщенности, %	Коэффициент газонефтенасыщенности, %	Примечание
				Кп общ.	Кп БК	Кп эф.	Кп АК			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Скважина № 307 (а. о. устья +399,7м)										
2	1471.2	1471.7	0,5	4,6			6,3		2,3	
	-1071,5	-1072,0								
	Эффективная мощность, м		0,5	4,6			6,3		2,3	
3	1472,4	1472,9	0,5	4,2			6,0		2,0	
	-1072,7	-1073,2								
	Эффективная мощность, м		0,5	4,2			6,0		2,0	

В интервале эльганского водоносного горизонта по скважине 307 выполнена 1 постановка пластоиспытателя КИИ-65. Результаты приведены в таблице 4.15.

Таблица 4.15

Результаты постановок пластоиспытателя КИИ-65 в скважине 307.
(эльганский слабодоносный горизонт)

№№ испытания	Интервал от-до, м.	№№ коллектора	Интервал коллектора, от-до, м.	Результаты постановок КИИ-65				
	в абс. отм., от-до, м.		в абс. отм., от-до, м.	Время открытого периода, мин.	Время закрытого периода, мин.	Дебит пластовых вод м ³ /сут.	Дебит пластовых газов м ³ /час	Замеренное пластовое давление, кгс/см ²
				T _{откр.}	T _{закр.}	Q	Q	
1	2	3	4	5	6	8	9	10
<i>скважина 307</i>								
9	1449,0-1496,0 (-1049,3)-(-1096,3)	2, 3	(-1071,5)-(-1073,2)	240	240	0,7	0,03	172,8

При испытании коллекторов №2 и №3 время открытого притока – 240 минут. Дебит пластовых вод по восстановлению – 0,03 м³/час (0,7 м³/сут). Замеренное давление, полученное при испытании интервала, составляет 172,8 кгс/см². Средняя общая пористость коллекторов 4,2-6,3 %.

Таким образом, крайне низкие притоки пластовых вод при отработке месторождения в отметках залегания эльганской свиты (по данным полученным по скважине №307) можно ожидать в интервале (-1071,5) - (-1073,2) м.

В интервале 1455-1708 была проведена откачка-свабирование. Направленная на совместное опробование коллекторов эльганской, нелбинской и юрегинской свит. По той причине, что в ходе исследований в интервале нелбинской и юрегинской свит не было выявлено водонасыщенных коллекторов не только по результатам ГИС, но и по наблюдениям, полученным после постановок пластоиспытателя в данных отметках, то рассчитанный коэффициент проводимости применителен только к водонасыщенным коллекторам эльганской свиты (эльганский слабодоносный горизонт).

В результате проведенной откачки-свабирования понижение составило 1444,0 метра. Дебит притока рассолов определен по скорости восстановления уровня в скважине и составил 0,04 м³/час (0,96 м³/сут). Полученный КМ весьма низок и составил $0,32 \times 10^{-2}$ м²/сут. [Янников, 2017; Янников, 2018].

Гидрогеологическая характеристика пород нелбинской и юрегинской свит

Залегающие под подошвой эльганского слабодонасного горизонта преимущественно *галогеенные отложения нелбинской и юрегинской свит* следует рассматривать как исключительно слабопроницаемые породы. Необходимо отметить, что в разрезе нелбинской свиты выделяется 4 пласта каменной соли. Соленасыщенность нелбинской свиты в районе месторождения не более 70 %. А в разрезе юрегинской свиты в свою очередь выделяется 13 пластов каменной соли. Соленасыщенность юрегинской свиты в районе месторождения не более 58 %.

После проведения полного комплекса ГИС водонасыщенных пластов-коллекторов выявлено не было. По результатам газового каротажа в толще пород нелбинской и юрегинской свит было выявлено несколько маломощных слабогазонасыщенных пластов-пропластков, приуроченных к внутрiformационным прослоям карбонатных (доломиты) и терригенно-карбонатных (песчаники) разностей отложений данных свит.

Мощность пластов – коллекторов от 0,5 м, до 4,0 м. Общая мощность коллекторов нелбинской и юрегинской свит составила 25,3 м. Пласты-коллекторы между собой разделяются мощными водо- и газоупорными пачками галогеенных (каменная соль) и терригенных (аргиллит) отложений суммарной мощностью от 20,0 м. до 45,0 м. [Янников, 2017; Янников, 2018].

В интервале нелбинской и юрегинской свит по скважине №307 было выполнено четыре постановки пластовоиспытателя КИИ-65. Результаты приведены в таблице 4.16

Таблица 4.16

Результаты постановок пластоиспытателя КИИ-65 в скважине 307.

(нелбинско-юрегинский слабогазонасыщенный комплекс)

№№ испытания	Интервал от-до, м.	№№ коллектора	Интервал коллектора, от-до, м.	Результаты постановок КИИ-65				
	в абс. отм., от-до, м.		в абс. отм., от-до, м.	Время открытого периода, мин.	Время закрытого периода, мин.	Дебит пластовых вод м ³ /сут.	Дебит пластовых газов м ³ /час.	Замеренное пластовое давление, кгс/см ²
				T _{откр.}	T _{закр.}	Q	Q	P _{пл.}
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>скважина 307</i>								
10	1497,0 - 1550,0	1-3	(-1097,3)-(-1150,3)	240	240	0,0	0,03	75,2
11	1550,0 - 1599,5	4-5	(-1150,3)-(-1199,8)	240	240	0,0	0,06	192,6
12	1598,2 - 1652,0	6	(-1198,5)-(-1252,3)	240	240	0,0	0,38	198,7
13	1650,0 - 1708,3	7-9	(-1250,3)-(-1308,6)	120	120	0,0	0,06	152,3

При испытании коллекторов №№ 1, 2 и 3 время открытого притока – 240 минут. Дебит пластовых вод по восстановлению – $0,0 \text{ м}^3/\text{час}$ ($0,0 \text{ м}^3/\text{сут}$). Дебит пластовых газов $0,03 \text{ м}^3/\text{час}$. Замеренное давление, полученное при испытании интервала, составляет $75,2 \text{ кгс}/\text{см}^2$. Коллектора №1 и №2 приурочены к отложениям нелбинской свиты; коллектор №3 – к юрегинской.

При испытании коллекторов юрегинской свиты №4 и №5 время открытого притока – 240 минут. Дебит пластовых вод по восстановлению – $0,0 \text{ м}^3/\text{час}$ ($0,0 \text{ м}^3/\text{сут}$). Дебит пластовых газов $0,06 \text{ м}^3/\text{час}$. Замеренное давление, полученное при испытании интервала, составляет $192,6 \text{ кгс}/\text{см}^2$.

При испытании коллектора №6 юрегинской свиты время открытого притока – 240 минут. Дебит пластовых вод по восстановлению – $0,0 \text{ м}^3/\text{час}$ ($0,0 \text{ м}^3/\text{сут}$). Дебит пластовых газов $0,38 \text{ м}^3/\text{час}$. Замеренное давление, полученное при испытании интервала, составляет $198,7 \text{ кгс}/\text{см}^2$.

При испытании коллекторов юрегинской свиты №№ 7, 8 и 9 время открытого притока – 120 минут. Дебит пластовых вод по восстановлению – $0,0 \text{ м}^3/\text{час}$ ($0,0 \text{ м}^3/\text{сут}$). Дебит пластовых газов $0,06 \text{ м}^3/\text{час}$. Замеренное давление, полученное при испытании интервала, составляет $152,3 \text{ кгс}/\text{см}^2$. [Янников, 2017; Янников, 2018].

4.2 Геохимические особенности и физико-химические параметры подземных вод и пород.

Район работ относится к крупнейшей в мире Сибирской гидроминеральной провинции и находится в восточной ее части. В гидрогеологической истории региона выделяются несколько этапов, оказавших существенное воздействие на формирование химического состава подземных вод. Современный химический состав рассолов сформировался в результате длительного развития и тесно связан с историей развития данного участка и района в целом [Бочаров, Янников, 2018].

Первым – начальным этапом формирования пластовых вод – явился нижнепалеозойский. В кембрии и ордовике на изучаемой территории существовал морской бассейн, подвергавшийся периодическим трансгрессивно-регрессивным циклам, с периодическим воздыманием и опусканием морского дна. Данные циклические изменения хорошо фиксируются в осадочных толщах, образовавшихся в это время. В процессе формирования отложений (которые впоследствии преобразовались в породы) происходил «захват» морских вод, из-за периодических климатических колебаний и тектонических изменений их состав был не всегда одинаков, захватывались воды как пониженной и нормальной, так и повышенной минерализации. В процессе диагенеза формировавшихся кембрийских пород происходила седиментация пластовых вод, с постепенным увеличением общей минерализации.

Второй (среднепалеозойский) этап связан с постепенным воздыманием изучаемой территории и общей регрессией морского бассейна. На этом этапе была сформирована зона инфильтрационных вод. Данные воды слагали первый (возможно второй) от поверхности водоносные горизонты (комплексы) и были преимущественно пресными.

Третий этап напрямую связан с тектонической активизацией данного района. Проявление кимберлитового и траппового магматизма в широких масштабах сопровождалось значительным прогревом осадочного чехла, интенсивной разгрузкой подземных вод и повышением их концентраций. В осадочной толще и кимберлитовых телах периодически проявлялись процессы гидротермального минералообразования. Они были многофазными и особенно интенсивно проявлялись после различных фаз внедрения ультраосновных и основных магм.

Четвёртый (мезозойский) этап связан с очередной морской трансгрессией, формирование мелководного шельфового бассейна, повлияло на засоление пресных вод, образовавшихся в течении второго этапа. Но большую часть времени, описываемый бассейн существовал в условиях гумидного климата, и имел солёность ниже нормальной. Но в течение

своего существования бассейн также претерпевал изменения, связанные, как и с климатическими изменениями, так и с тектоническими колебаниями.

Циклы эвстатического колебания морского бассейна нашли отображение в толщах юрских, отложений, развитых на данной территории в виде останцов, приуроченных к положительным формам рельефа, и имеющих общую мощность первые десятки метров.

Пятый (мезозойско-кайнозойский) этап связан с регрессией шельфового юрского бассейна, общим подъёмом территории, развитием эрозионно-денудационных процессов, закладки новой зоны аэрации, формированием пресных пластовых вод зоны интенсивного водообмена.

Шестой (кайнозойский) этап связан с оледенениями и формированием в районе исследований мощной толщи многолетнемерзлых пород.

Анализ палеогеологических условий позволяет проследить историю формирования рассолов. В процессе осадконакопления, сохранившиеся морские седиментационные воды, претерпели значительные изменения. Процессы магматектонических активизаций значительно способствовали метаморфизации седиментационных вод и процессам ионного обмена между породами и подземными водами. В результате прогрева осадочного чехла происходил обмен ионов магния рассолов на ионы кальция пород. Обменные реакции привели к широкому распространению в разрезе вторичных доломитов. Таким образом, распространенные рассолы по своему генезису являются метаморфизованными в ходе длительного развития изучаемой территории [Дроздов, Иост, Лобанов и др., 2008; Янников, Иост, 2017].

Вертикальная гидрохимическая зональность

Гидрохимические условия района работ характеризуются закономерной вертикальной зональностью, которая проявляется в увеличении минерализации подземных вод с глубиной и усложнением их химического состава.

В разрезе осадочных пород выделяются три гидрохимические зоны:

1. зона пресных и ультрапресных вод;
2. зона солоноватых и соленых вод;
3. зона рассолов

Эти зоны приурочены к соответствующим гидродинамическим зонам свободного, переходного и затрудненного водообмена [Дроздов, Иост, Лобанов и др., 2008; Янников, Иост, 2017].

Зона свободного водообмена характеризуется распространением надмерзлотных пресных вод.

Зона солоноватых и соленых вод приурочена к толще криолитозоны и первому подмерзлотному метегеро-ичерскому водоносному комплексу, и соответствует гидродинамической зоне перехода от свободного к замедленному водообмену.

Зона рассолов соответствует зоне затруднённого водообмена. Она распространена до кристаллического фундамента и характеризуется широким развитием процессов метаморфизации циркулируемых рассолов. По химическому составу рассолов, масштабам их метаморфизации в пределах этой зоны пока можно выделить две подзоны.

Верхняя подзона включает в себя:

1. Внутриформационные воды чарской свиты;
2. Рассолы олёмминского водоносного комплекса;
3. Рассолы толбачанского водоносного комплекса;
4. Рассолы эльгянской, нелбинской, юрегинской, билирской свит.

Водовмещающие породы представлены чаще всего доломитами пористыми, пористо-кавернозными, трещиноватыми. Состав вод хлоридный кальциевый с минерализацией от 350 г/л, до 520 г/л, при преобладании в их анионном составе хлора (99,8% - экв.); катионный состав смешанный - $Ca > Mg > Na$, с большим преобладанием кальция.

К нижней подзоне относятся рассолы, циркулирующие в породах венда и рифея. Рассолы имеют хлоридный кальциевый состав с минерализацией от 450 до 550 г/л.

5. УГЛЕВОДОРОДНЫЕ ГАЗЫ В ОТЛОЖЕНИЯХ ТОЛБАЧАНСКОЙ И ЭЛЫГАНСКОЙ СВИТ В ПРЕДЕЛАХ МИРНИНСКОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ

По степени нефтенасыщенности отложения толбачанской свиты условно разделены на четыре зоны. Описание характера газонасыщенности также привязаны к этим условным зонам.

Первая зона. Интервал (-697,8) – (-797,8) м. На этом интервале во вмещающих породах выделяются коллектора №1 и №2. Интенсивность хлороформных вытяжек (ЛБА) варьирует в пределах 1-2 баллов. Породы интервала насыщены легким битумоидом.

Газопоказание: **min Гсум. = 0,0001%**

Газопоказание: **max Гсум. = 0,0274%.**

Данная зона сложена пластами каменных солей и подчиненных (менее мощных) слоев доломитов. Каменные соли крупнокристаллические, среднекристаллические, молочно-белые, бесцветные с редкими тонкими прослоями серых доломитов, мощностью до 3 мм, возле которых соли имеют более темный цвет из-за пылевидных включений карбонатов. Карбонатная составляющая свиты, представлена доломитом коричневым, серым, различной интенсивности окраски, местами известковистым, глинистым, коричневым, мелко-среднезернистым, на контакте с каменными солями наблюдается пористость, каверны, пустые или заполненные солями

Вторая зона. Интервал (-797,8) – (-844,4) м. На этом интервале во вмещающих породах выделяются коллектора №№ 3, 4, 5, 6, и 7. Интенсивность хлороформных вытяжек (ЛБА) варьирует в пределах 1-4 баллов. Породы насыщены маслянисто-смолистым битумоидом. Встречаются смолянисто-асфальтеновые битумоиды; лёгкие битумоиды диагностируются в местах с запахом газа.

Газопоказание: **min Гсум. = 0,0001%**

Газопоказание: **max Гсум. = 0,1251%.**

Данная зона сложена карбонатными отложениями. Доломиты коричневые, мелкозернистые, крупнопористые, кавернозные, не яснослоистые. По кавернам и порам наблюдаются "выпоты" нефти (люминесцирует в бледно-желтых тонах). Доломиты известковистые, коричневые, крупнопористые, кавернозные, местами наблюдаются выделения нефти. Доломиты глинистые, зеленовато-серые, серые, слоистые, плотные, мелкозернистые. Доломиты окремненные, темно-серые до черного, пелитоморфные, плотные, однородные, массивные, очень крепкие. Породы неравномерно переслаиваются, преобладают доломиты глинистые.

Третья зона. Интервал (-844,4) – (-954,8) м. На этом интервале во вмещающих породах выделяются коллектора №№ 8, 9, 10 и 11. Интенсивность хлороформных вытяжек (ЛБА) варьирует в пределах 1-3 баллов. Породы насыщены маслянисто-смолистым битумоидом. Встречаются смолянисто-асфальтеновые битумоиды; лёгкие битумоиды диагностируются в местах с запахом газа.

Газопоказание: **min Гсум. = 0,0008%**

Газопоказание: **max Гсум. = 0,6825%.**

В третьей зоне преобладает неравномерное переслаивание карбонатных пород. Известняки доломитовые, темно-бежевого цвета, мелкозернистые, плотные, однородные, местами окремненные, наклонно-слоистые, волнисто-слоистые. Доломиты красно-коричневые, мелкозернистые, плотные, пятнистые с обломками доломитов серых, мелкозернистых. Доломиты коричневые, мелкозернистые, плотные, однородные, массивные, местами трещиноватые. Доломиты глинистые, серые, зеленовато-серые, пелитоморфные, плотные, горизонтально слоистые. Единичные прослои доломитов окремненных, светло-коричневых, пелитоморфных, плотных, однородных, массивных.

Четвёртая зона. Интервал (-954,8) – (-1042,8) м. На этом интервале во вмещающих породах выделяются коллектора №№ 12, 13, 14 и 15. Интенсивность хлороформных вытяжек (ЛБА) варьирует в пределах 1-3 баллов. Породы насыщены маслянисто-смолистым битумоидом. Встречаются смолянисто-асфальтеновые битумоиды; лёгкие битумоиды диагностируются в местах с запахом газа.

Газопоказание: **min Гсум. = 0,0014%**

Газопоказание: **max Гсум. = 0,9138%.**

Зона представлена преимущественно доломитом известковистым, известняком доломитовым и маломощными прослоями доломита глинистого. Доломиты известковистые, коричневые, мелкозернистые, мелкопористые, однородные, массивные, наблюдаются умеренные выделения нефти по порам. Известняки доломитовые, темно-коричневые, мелкозернистые, плотные, развиты вертикальные трещины, однородные, массивные, редкие выпоты нефти. Доломиты бежевые, коричневые, мелкозернистые до пелитоморфных, мелкопористые, пятнистые, местами известковистый, выделения нефти по порам. Доломиты глинистые, серые, зеленовато-серые, пелитоморфные, плотные, горизонтально слоистые, трещиноватые по плоскости напластования.

По составу газ метановый (содержание CH_4 до 95 %). Из тяжёлых углеводородов присутствуют: пропан (до 3,5 %), бутан (до 2 %), этан (до 2 %) [Янников, 2018].

Эльгянская свита (абс. отм. (-1042,8) – (-1079,8) м) представлена известняками доломитизированными с прослоями водорослевых, реже глинистых известняков. По керну

нефтепроявлений отмечено не было. Интенсивность хлороформных вытяжек (ЛБА) составляет 2 балла. Породы интервала насыщены легким битумоидом.

Газопоказания: **min Гсум. = 0,0002 %**

Газопоказания: **max Гсум. = 0,976%.**

По составу газ метановый (содержание CH_4 до 95 %). Из тяжёлых углеводородов присутствуют: пропан (до 3,5 %), бутан (до 2 %), этан (до 2 %). Пентан отсутствует. Тип насыщения - водорастворенный газ.

Химический состав пластовых газов толбачанской и эльгянской свит, по пробам, отобранным по сети опытных скважин, приведён в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Результаты химических анализов проб пластовых газов, отобранных по сети опытных скважин в 2014-2016 гг

Место отбора (№ скважины)	глубина, м	Среднее содержание компонента в пробе, объёмная доля, %											
		He (гелий)	H_2 (водород)	N_2 (азот)	CO_2 (двуокись углерода)	CH_4 (метан)	C_2H_6 (этан)	C_3H_8 (пропан)	C_4H_{10} (н-бутан)	$(\text{CH}_3)_4\text{C}$ (нео-пентан)	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$ (и-пентан)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$ (н-пентан)	
1Д	на устье	0,12	0,014	0,52	0,04	94,0	3,92	1,14	0,15	0,25	0,002	0,05	0,06
2Д		0,13	0,016	0,45	0,04	93,2	3,98	1,36	0,20	0,39	0,003	0,10	0,15
3Д		0,13	0,000	0,91	0,02	93,4	3,83	1,18	0,15	0,26	0,002	0,05	0,06
5Д		0,12	0,008	0,94	0,05	93,4	3,75	1,20	0,14	0,29	0,003	0,05	0,07
6Д'		0,12	0,014	1,00	0,09	93,3	3,86	1,13	0,14	0,24	0,004	0,04	0,05
7Д		0,11	0,004	1,89	0,24	92,1	3,93	1,17	0,15	0,26	0,002	0,05	0,07
9Д		0,11	0,004	3,49	0,36	91,1	3,46	0,98	0,13	0,22	0,002	0,04	0,04

Анализ результатов, полученных в ходе опробования, подтверждает выводы о стабильности химического состава пластовых газов. Также, в качестве дублирующего метода, производился инструментальный контроль, за составом пластовых газов при помощи газоанализаторов [Янников, 2017; Янников, 2018].

Характеристика пород толбачанской свиты

Отложения толбачанской свиты вскрыты на полную мощность скважинами № 306 и №307. По результатам скважинной геофизики по обеим скважинам в отложениях выделяется 5 газонасыщенных коллекторов, 8 коллекторов газо-водонасыщенных и 2 коллектора «сухих» (таблица 7.2).

Характеристику выделенных коллекторов приведём по каждой скважине отдельно.

По скважине №306 выделенные коллектора состоят из пластов - коллекторов мощностью от 0,4 м до 4,5м. Эффективная общая мощность газоводонасыщенных коллекторов толбачанской свиты 96,3 м.

Газонасыщенные коллектора (**№№ 2-6**) по скважине 306 отмечаются в интервале 1175,7 (абс. отм. -774,6м) – 1215,6 (абс. отм. -814,5м). Эффективная мощность этих коллекторов 34,1 м. Средний коэффициент общей пористости 5,3 %. Тип пористости кавернозно-межзерновой. По лабораторным данным средний коэффициент пористости 6,4 %.

Газо-водонасыщенные коллектора (**№№ 7-9**) отмечаются в интервале 1217,8 (абс. отм. - 816,7м) – 1290,3 (абс. отм. -889,2м). Эффективная мощность этих коллекторов 38,7 м. Средний коэффициент общей пористости 5,0 %. Тип пористости межзерновой и межзерново-кавернозный. По лабораторным данным средний коэффициент пористости 6,4 %.

Коллектора **№10** и **№11** по результатам постановки пластоиспытателя КИИ-95 «сухие».

Газо-водонасыщенные коллектора (**№№ 12-14**) отмечаются в интервале 1331,7 (абс.отм. -930,6м) – 1376,8 (абс. отм. – 975,7м). Эффективная мощность этих коллекторов 14,0 м. Средний коэффициент общей пористости 4,7 %. Тип пористости межзерновой и межзерново-кавернозный. По лабораторным данным средний коэффициент пористости 7,2 %.

По скважине №307 мощность пластов коллекторов изменяется от 0,5 до 7,0 метров. Общая мощность газо-водонасыщенных коллекторов толбачанской свиты составила 110,6 метра.

Газонасыщенные коллектора (**№№ 2, 3, 5**) по скважине №307 отмечаются в интервале 1195,0 (абс. отм. -795,3м) – 1225,5 (абс. отм. -825,8м). Эффективная мощность этих коллекторов 8,5 м. Средний коэффициент общей пористости от 2,5 до 5,0 %. Тип пористости кавернозно- межзерновой и трещинно-кавернозный.

Газо-водонасыщенные коллектора (**№№ 8-9**) отмечаются в интервале 1264,0 (абс. отм. - 864,3м) – 1320,0 (абс. отм. -920,3м). Эффективная мощность этих коллекторов 31,0 м. Средний коэффициент общей пористости от 2,5 до 10,7 %. Тип пористости межзерновой, трещинно-кавернозный и межзерново-кавернозный.

продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	1189,8	1191,2	1,4	5,6		10,8	14,2	Газонасыщенный
	(-789,8)	(-791,2)						
	1191,2	1193,3	2,1	4,6		5,5	7,8	
	(-791,2)	(-793,3)						
	1193,3	1194,8	1,5	5,8		7,7	6,1	
(-793,3)	(-794,8)							
4	1194,8	1197,1	2,3	6,3	1,7	6,8	8,5	Газонасыщенный
	(-794,8)	(-797,1)						
	1197,1	1198,2	1,1	5,9		9,0	13,0	
	(-796,0)	(-797,1)						
	1199,7	1201,2	1,5	4,4		6,0	9,0	
	(-798,6)	(-800,1)						
1201,7	1202,3	0,6	5,5	1,5	6,0	5,2		
(-800,6)	(-801,2)							
5	1203,0	1204,2	1,2	4,8		4,8	5,4	Газонасыщенный
	(-803,0)	(-804,2)						
	1204,2	1205,5	1,3	3,6		5,0	7,3	
6	1206,8	1207,9	1,1	5,0		5,8	5,2	Газонасыщенный
	(-805,7)	(-806,8)						
	1208,1	1209,0	0,9	5,5		6,1	5,7	
	(-807,0)	(-807,9)						
	1209,6	1211,8	2,2	5,0		4,0	0,7	
	(-808,6)	(-810,7)						
1212,8	1215,6	2,8	3,5		3,8	4,7		
(-811,7)	(-814,5)							
7	1217,8	1219,1	1,3	4,7		6,0	8,7	Газо-водонасыщенный
	(-816,7)	(-818,0)						
	1219,7	1220,5	0,8	5,0		5,3	4,2	
	(-818,6)	(-819,4)						
1223,5	1225,9	2,4	6,4	2,0	5,8	3,5		
(-822,4)	(-824,8)							
8	1242,5	1247,0	4,5	4,9		6,0	4,5	Газо-водонасыщенный
	(-841,4)	(-846,0)						
	1247,0	1248,5	1,5	6,7		6,2	4,2	
	(-846,0)	(-848,5)						
	1248,5	1249,8	1,3	5,0		5,9	7,8	
	(-848,5)	(-849,8)						
	1249,8	1252,2	2,4	5,9		6,2	5,7	
	(-849,8)	(-852,2)						
	1252,2	1254,4	2,2	5,5		6,2	5,7	
	(-852,2)	(-854,4)						
	1254,4	1258,8	4,4	4,2		5,0	4,0	
	(-853,3)	(-857,7)						
	1259,9	1261,2	1,3	4,7		5,8	8,3	
	(-858,8)	(-860,1)						
1263,0	1264,0	1,0	5,5		6,0	7,1		
(-861,9)	(-862,9)							
1264,9	1265,5	0,6	4,8		4,8	5,9		
(-863,8)	(-864,4)							
1266,3	1267,1	0,8	5,2		5,5	7,1		
(-865,2)	(-866,0)							

продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
9	1269,0	1272,0	3,0	4,4			4,8	6,1	Газо-водонасыщенный
	(-867,9)	(-870,9)							
	1273,8	1274,2	0,4	4,7			6,8	10,1	
	(-872,7)	(-873,1)							
	1275,2	1276,6	1,4	3,7			4,8	4,2	
	(-874,1)	(-875,5)							
	1276,6	1279,8	3,2	5,7			5,8	5,0	
	(-876,6)	(-879,8)							
	1279,8	1280,9	1,1	3,5			6,0	7,3	
	(-878,7)	(-879,8)							
	1282,5	1283,8	1,3	5,1			6,8	6,8	
	(-881,4)	(-882,7)							
	1283,8	1284,2	0,4	6,1			5,1	2,8	
	1284,2	1285,3	1,1	4,1			5,3	4,7	
	(-883,1)	(-884,2)							
	1287,5	1289,3	1,8	5,5			5,3	4	
(-886,4)	(-888,2)								
1289,8	1290,3	0,5	4,8	1,8		5,8	7,5		
(-888,7)	(-889,2)								
10	1295,4	1297,0	1,6	4,4			3,8	2,1	Слабогазонасыщенный «сухой»
	(-894,3)	(-895,9)							
	1298,0	1298,8	0,8	3,7			5,1	5,7	
(-896,9)	(-897,7)								
11	1309,2	1310,8	1,6	3,7			5,0	4,7	Слабогазонасыщенный «сухой»
	(-908,1)	(-909,7)							
	1313,2	1313,8	0,6	4,1			8,5	11,1	
(-912,1)	(-912,7)								
12	1331,7	1332,4	0,7	4,3			6,0	6,4	Газо-водонасыщенный
	(-930,6)	(-931,3)							
	1333,5	1334,3	0,8	5,6			6,4	5,4	
	(-932,4)	(-933,2)							
	1335,6	1336,4	0,8	4,1			8,0	10,4	
	(-934,5)	(-935,3)							
	1337,3	1338,6	1,3	6,0	2,2		5,1	3,1	
	(-936,2)	(-937,5)							
	1341,0	1342,0	1,0	4,4			4,4	1,9	
	(-939,9)	(-940,9)							
1342,6	1343,4	0,8	4,1			4,8	3,8		
(-941,5)	(-942,3)								
1345,3	1346,2	0,9	4,1			6,1	6,6		
(-944,2)	(-945,1)								
13	1353,0	1356,8	3,8	3,2					Газо-водонасыщенный
	(-951,9)	(-955,7)							
14	1359,4	1360,0	0,6	4,0					Газо-водонасыщенный
	(-958,3)	(-958,9)							
	1372,0	1373,0	1,0	5,6				2,5	
	(-970,9)	(-971,9)							
1374,5	1376,8	2,3	6,0				3,8		
(-973,4)	(-975,7)								
15	1394,5	1397,4	2,9	6,8				3,3	Газо-водонасыщенный
	(-973,4)	(-976,3)							

продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	1400,6	1402,0	1,4	6,7			4,5	Газо-водонасыщенный
	(-999,5)	(-1000,9)						
	1405,9	1406,5	0,6	6,4			6,4	
	(-1004,8)	(-1005,4)						
Эффективная Мощность, м:		96,3	5,1	2,0	6,0	6,3		
Скважина № 307 (а. о. устья +399,7м)								
1	1175,0	1177,0	2,0	2,7			2,5	Водонасыщенный
	(-775,3)	(-777,3)						
2	1195,0	1197,5	2,5	2,4			2,5	Газонасыщенный
	(-795,3)	(-797,8)						
3	1198,5	1200,0	1,5	3,6			3,5	Газонасыщенный
	(-798,8)	(-800,3)						
4	1211,8	1213,0	1,2	11,6			9,2	Водонасыщенный
	(-812,1)	(-813,3)						
5	1221,0	1225,5	4,5	5,8			5,0	Газонасыщенный
	(-821,3)	(-825,8)						
6	1237,8	1238,8	1,0	11,7			9,4	Водонасыщенный
	(-838,1)	(-839,1)						
7	1243,0	1244,4	1,4	11,3			6,0	Водонасыщенный
	(-843,3)	(-844,4)						
8	1264,0	1265,0	1,0	6,8			6,4	Газо-водонасыщенный
	(-864,3)	(-865,3)						
	1266,5	1267,2	0,7	9,2			8,3	
	(-866,8)	(-867,5)						
	1272,2	1274,2	2,0	6,7			5,0	
	(-872,5)	(-874,5)						
	1274,3	1275,0	0,7	8,9			6,5	
	(-874,6)	(-875,3)						
1281,0	1282,5	1,5	5,9			5,0		
(-881,3)	(-882,8)							
1285,0	1292,0	7,0	6,6			5,2		
(-885,3)	(-892,3)							
9	1296,5	1298,0	1,5	2,9			2,5	Газо-водонасыщенный
	(-896,8)	(-898,3)						
	1299,8	1300,6	0,8	8,1			6,6	
	(-900,1)	(-900,9)						
	1301,0	1306,0	5,0	5,2			4,7	
	(-901,3)	(-906,3)						
	1306,8	1307,6	0,8	10,7			7,9	
	(-907,1)	(-907,9)						
	1308,5	1315,5	7,0	9,8			7,5	
	(-908,8)	(-915,8)						
1318,8	1319,8	1,0	9,2			8,5		
(-919,1)	(-920,1)							
1319,8	1321,8	2,0	2,9			2,5		
(-920,1)	(-922,1)							
10	1324,5	1326,5	2,0	3,1			2,5	Слабогазонасыщенный «сухой»
	(-924,8)	(-926,8)						
	1328,5	1330,5	2,0	2,9			2,0	
	(-928,8)	(-930,8)						

продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	1332,5	1335,5	3,0	2,7			2,2	Слабогазонасыщенный «сухой»
	(-932,8)	(-935,8)						
	1338,5	1341,5	3,0	5,8			2,1	
	(-938,8)	(-941,8)						
1343,0	1345,0	2,0	3,1			2,4		
(-943,3)	(-945,3)							
11	1347,0	1350,0	3,0	5,6			4,9	Слабогазонасыщенный «сухой»
	(-947,3)	(-950,3)						
	1352,5	1354,5	2,0	7,2			6,0	
	(-952,8)	(-954,8)						
12	1359,0	1361,0	2,0	2,9			2,5	Газонасыщенный
	(-959,3)	(-961,3)						
	1363,5	1390,5	27,0	6,2			5,4	
	(-963,8)	(-990,8)						
13	1395,0	1401,0	6,0	4,4			3,2	Газонасыщенный
	(-995,3)	(-1001,3)						
	1404,0	1406,0	2,0	3,3			2,5	
	(-1004,3)	(-1006,3)						
	1407,0	1412,0	5,0	4,1			3,0	
(-1007,3)	(-1012,3)							
14	1422,0	1425,0	3,0	3,7			2,5	Газо-водонасыщенный
	(-1022,3)	(-1025,3)						
	1428,3	1429,0	0,7	9,3			7,4	
	(-1028,6)	(-1029,3)						
15	1435,6	1436,4	0,8	10,2			9,8	Газо-водонасыщенный
	(-1035,9)	(-1036,7)						
	1438,0	1440,0	2,0	2,8			2,2	
	(-1038,3)	(-1040,3)						
	Эффективная Мощность, м:	110,6	6,1				4,9	

По результатам постановок пластоиспытателей по скважинам в разрезе толбачанской свиты выделяется три зоны: газонасыщенная, практически «сухая» и газоводонасыщенная.

Газонасыщенная 1047,0-1320,0 м. (-647,2м)-(-920,3м) по степени газонасыщения в свою очередь подразделяется на четыре интервала:

- интервал 1047,0 – 1190,0м (абс. отм. (-647,3м) – (-790,3м): галогенно-сульфатно-карбонатная толща с включениями твёрдых битумов. По данным ГИС на данном интервале выделен один маломощный пласт-коллектор №1, мощностью 2,0 метра. Приток флюида открытом периоде при снятии давления Q до $0,07 \text{ м}^3/\text{сут}$; расчётное пластовое давление $R_{пл.}$ – $79,0 \text{ кгс/см}^2$; коэффициент газопроводности $\frac{kh}{\mu}$ - $0,003 \text{ Дсм/спз}$;

- интервал 1190,0 – 1230,0м (абс. отм. (-790,3м) – (-830,3м): галогенно-сульфатно-карбонатная толща с включениями твёрдых битумов. По данным ГИС на данном интервале выделено четыре коллектора №№ 2, 3, 4 и 5, общей мощностью 9,7 метра. Приток газа Q_g до

7,2 м³/сут; расчётное пластовое давление **Рпл.** – 113,0 кгс/см²; коэффициент газопроводности $\frac{kh}{\mu}$ - 0,56 Дсм/спз;

- интервал 1231,8 – 1280,0м (абс. отм. (-832,1м) – (-880,3м): карбонатная толща с редкими выпотами нефти. По данным ГИС на данном интервале выделено три коллектора №№ 6, 7 и 8, общей мощностью 15,3 метра. Приток газа **Qг** до 28,8 м³/сут; расчётное пластовое давление **Рпл.** – 111,0 кгс/см²; коэффициент газопроводности $\frac{kh}{\mu}$ - 1,24 Дсм/спз;

- интервал 1280,0 – 1320,0м (абс. отм. (-880,3м) – (-920,3м): карбонатная толща с более обильным нефтенасыщением. По данным ГИС на данном интервале выделен один коллектор №9, состоящий из 7 пластов. Общая мощность коллектора №9 составляет 18,1 метра. Приток газа **Qг** до 23,8 м³/сут; расчётное пластовое давление **Рпл.** – 138,5 кгс/см²; коэффициент газопроводности $\frac{kh}{\mu}$ - 0,24 Дсм/спз;

Практически «сухой» интервал (зона) 1320,0 – 1390,0м (абс. отм. (-920,3м) – (-990,3м) представлен глинисто-сульфатно-карбонатной толщей. По данным ГИС на данном интервале выделено три коллектора №№ 10, 11 и 12, общей мощностью порядка 46 метров. Приток газа составляет **Qг** до 0,8 м³/сут; расчётным пластовым давлением **Рпл.** – 30,0 кгс/см². (по причине получения нулевых значений на описываемом интервале во время исследований по вертикальному гидрогеологическому стволу скважины №307, данные по давлению и притоку флюидов приведены для коррелируемой (аналогичной) зоне, выделенной по скважине №306)

Газо-водонасыщенная зона 1390,0- 1442,5 (абс.отм. (-990,3м) – (-1042,8) сложена карбонатными и глинисто-карбонатными толщами, с редкими выпотами нефти. По данным ГИС на данном интервале выделено три коллектора №№ 13, 14 и 15, общей мощностью порядка 19,5 метров. Приток газа **Qг** до 48,0 м³/сут; пластовое давление **Рпл.** – 157,4 кгс/см²; коэффициент газо(гидро)проводности $\frac{kh}{\mu}$ - 3,12 Дсм/спз.

Необходимо отметить, что изучение газоносности и газообильности пород толбачанской свиты в интервале залегания коллекторов №№ 2-15 производилось и по сети скважин, пробуренных из подземных горных выработок горизонта -790 рудника «Интернациональный». Т.к. проведение разведочных работ в отм. (-830) – (-1050) потребовало бурения семи опережающих дегазационных скважин №№ 1Д, 2Д, 3Д, 5Д, 6Д', 7Д, 9Д. На этих скважинах был произведён ряд гидрогеологических работ, необходимых для уточнения газоносности вмещающих пород. Необходимость данных работ была обусловлена литолого-фациальными особенностями пород-коллекторов толбачанской свиты. А именно тем, что

формирование структурных газовых ловушек в коллекторах толбачанской свиты не происходит. И находящийся в породах газ (как правило, углеводородного состава), сопряжён с неструктурными залежами и пропластками, имеющими не только спорадическое, но и площадное распространение (в масштабах выработок рудника). Анализ изменения дебитов (расходов) по вновь пробуренным разведочным и геомеханической скважинам в целом согласуется с описанными выше структурными, тектоническими и литолого-фациальными особенностями коллекторов толбачанской свиты. По данным скважинам наблюдалось довольно быстрое падение дебита истечения пластовых газов, по причине малых запасов, находящихся в вскрываемых неструктурных литологически и структурно экранированных залежах и ловушках. На дегазационных скважинах максимальные, пиковые значения наблюдались в течении двух-трёх суток (максимум до недели), затем шло резкое уменьшение дебита, в след за которым наблюдалась стагнация дебита, с небольшими «всплесками» газовыделения. В целом изменение дебита во времени по данным скважинам имеет снижающийся тренд. Такие особенности газовыделения данных скважин связаны с тем, что во время проходки и первое время после достижения забоя проектной отметки происходит срабатывание естественных запасов пристволовой и призабойных зон, относящихся к трудноизвлекаемым, иммобилизованным, запасам, а их объёмное значение крайне мало. После их сработки, вовлекаются уже выдержанные по площади коллектора, характеризующиеся несколько отличными газодинамическими параметрами [Янников, 2018].

О площадном распространении (в рамках масштаба объекта исследований) неструктурных ловушек-залежей свидетельствует стагнация дебита в течение всего времени наблюдения. Но при этом необходимо уточнить, что распространение и наличие неструктурных газовых, водно-газовых и нефте-водно-газовых ловушек и залежей в трещиноватых карбонатных породах толбачанской свиты в локальном плане труднооценимо, в виду того, что площадное распространение основного показателя трещиноватости, (т.к. породы толбачанской свиты малопористы и слабокавернозны) крайне неоднородно не только по простиранию, но и по глубине (что подтверждается результатами, полученными на дегазационных скважинах). Формирование таких микро-залежей происходит при совпадении сразу нескольких факторов (структурного, литологического и тектонического), иммобилизующих некоторое количество пластовых газов. Такие газовые ловушки характеризуются крайне малыми объёмами запасов пластовых газов, находящимися под высоким пластовым давлением. Результаты проведенных замеров и полученные дебиты (расходы) пластовых газов за период наблюдений 2014-2016 гг, приведены в таблице 5.3. Графическая интерпретация проведенных замеров на рисунке 5.1.

Результаты проведенных замеров дебита пластовых газов

скважины		1Д	2Д	3Д	5Д	6Д'	7Д	9Д
№ п/п	Дата замера	Фиксируемый дебит пластовых вод, м ³ /час						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	16.01.2014						24,74	
2	27.01.2014						33,32	
3	19.02.2014						20,84	
4	03.03.2014						25,73	
5	13.03.2014					163,10	21,11	
6	14.03.2014					102,04	22,08	
7	15.03.2014					104,72		
8	17.03.2014					82,73	21,73	
9	20.03.2014					69,63	19,39	
10	27.03.2014						14,11	
11	04.04.2014					84,72	12,07	
12	21.04.2014					88,04	11,82	
13	05.05.2014			0,064		80,02	10,05	
14	07.05.2014			9,610				
15	12.05.2014			5,20				
16	15.05.2014			14,90		83,70	3,74	
17	20.05.2014			23,49		82,28	4,28	
18	27.05.2014			22,50		57,52	4,84	
19	03.06.2014			25,86		54,09	5,85	
20	10.06.2014		22,83	6,42		47,57	7,68	
21	17.06.2014		19,46			44,07	6,86	
22	25.06.2014			6,60				
23	26.06.2014		14,80			37,32	8,46	
24	01.07.2014		6,20	58,20		28,30	12,40	
25	04.07.2014		14,50	81,90		33,80	7,92	
26	08.07.2014		12,40	94,70		27,40	11,86	
27	11.07.2014			68,66				
28	15.07.2014		8,68	55,46		17,40	9,04	
29	18.07.2014		5,44	108,18		18,80	4,80	
30	22.07.2014		6,64	172,80		19,60	4,10	
31	26.07.2014		5,80	132,00		20,77	6,20	
32	29.07.2014		8,20	117,70		20,46	4,40	
33	05.08.2014		8,29	67,45		16,10	4,09	
34	13.08.2014		8,70	46,50		16,10	6,90	
35	02.09.2014		7,04	42,40	59,85	11,50	10,21	
36	09.09.2014		4,84	39,26	102,52	9,05	8,32	
37	16.09.2014		4,31	26,57	105,12	4,16	8,54	
38	22.09.2014		5,30	32,10	118,12	4,70	7,34	
39	02.10.2014		7,00	44,64	46,57	4,21	6,90	
40	07.10.2014		5,65	28,26	34,80	4,80	6,00	
41	22.10.2014							
42	11.11.2014			14,05	16,81	7,34	4,56	
43	13.11.2014		8,05	13,70	15,60	5,93	5,08	
44	24.11.2014	43,90						
45	28.11.2014	131,69						

1	2	3	4	5	6	7	8	9
46	03.12.2014	86,20	5,30	8,6	10,2	21,20	4,20	
47	09.12.2014	63,10						
48	11.12.2014	62,80						
49	13.01.2015	10,59	3,58	7,76		16,23	6,98	
50	28.01.2015	7,20	6,32	8,34	7,86	16,82	5,45	
51	27.02.2015	8,69	3,17	5,72	9,18	13,45	6,35	
52	03.03.2015	7,70	3,81	9,18	7,41	16,10	8,47	
53	12.03.2015	14,80	0,77	6,20	9,67	12,15	1,76	
54	07.04.2015	8,47	4,38	2,89	8,54	12,57	7,35	91,56
55	20.04.2015	12,01	3,17	8,87	5,08	15,27	11,71	30,46
56	06.05.2015	9,97	4,95	8,71	4,84	23,97	5,32	33,17
57	20.05.2015	8,47	1,76	6,92	6,38	14,48	7,06	17,24
58	03.07.2015	6,71	6,92	9,15	7,42	16,05	13,54	17,64
59	23.07.2015	13,84	5,87	8,19	6,49		12,29	11,9
60	14.08.2015	3,95	6,92	5,86	6,22	13,35	5,06	6,49
61	17.08.2015	8,26	8,9	7,49	40,05	6,08	11,69	12,86
62	21.08.2015	6,64	5,5	8,76	20,42	11,87	5,51	13,35
63	22.08.2015	7,9	5,08	18,7	27,1	10,00	7,4	14,5
64	23.08.2015	7,5	8,12	19,78	51,8	17,80	22,8	
65	24.08.2015	15,96	9,25	17,45	45,8	25,08	18,37	
66	25.08.2015	9,6	6,14	20,27	53,8	25,36	15,82	17,52
67	26.08.2015	9,74	7,06	13,97	58,5	13,92	13,98	15,89
68	27.08.2015	16,32	8,62	19,71	50,6	21,55	14,48	19,36
69	28.08.2015	19,42	13,85	18,58	77,3	25,71	19,21	26,42
70	29.08.2015	14,41	8,4	12,78	135,2	17,87	12,57	14,83
71	30.08.2015	8,44	8,17	12,8	39,3	13,07	8,62	12,29
72	31.08.2015	8,8	4,8	10,1	52,6	12,20	9,32	8,76
73	01.09.2015	7,63	3,32	8,7	17,8	13,60		14,27
74	02.09.2015	14,48	9,73	17,85	32,3	23,17	12,15	22,53
75	03.09.2015	9,8	7,2	12,57	115,96	10,03	8,69	10,8
76	04.09.2015	5,65	7,84	11,44	15,4	14,20	10,59	5,79
77	05.09.2015	17,23	12,84	24,44	15,09	22,90		20,78
78	06.09.2015	8,4	8,41	14,97	169,2	19,64	15,82	16,81
79	07.09.2015	5,23	3,96	12,64	30,45	15,89	9,04	5,51
80	08.09.2015	6,8	2,1	8,97	15,23	12,72	10,38	8,5
81	09.09.2015	7,2	3,8	9,4	7,12	13,82	9,98	8,9
82	10.09.2015	7,4	4,6	10,04	10,17	13,56	8,93	10,17
83	11.09.2015	8,2	4,6	12,57		18,68	14,52	16,24
84	12.09.2015	35,4	3,82	12,29		9,26	5,51	3,67
85	13.09.2015	11,9	3,96	9,4		10,80	7,42	6,07
86	14.09.2015	4,81	2,98	12,57		10,38	7,20	6,07
87	15.09.2015	5,62	3,08	12,54		8,72	7,00	4,32
88	16.09.2015	7,34	4,09	11,44		12,73	7,08	8,33
89	17.09.2015	6,98	3,86	9,75		8,61	5,58	9,32
90	18.09.2015	3,89	2,59	9,68		3,30	7,91	7,91
91	19.09.2015	2,4	1,1	4,1		9,47	7,97	9,54
92	20.09.2015	4,29	2,82	7,91	6,78	10,37	8,05	8,54
93	21.09.2015	4,12	2,04	8,21		8,62	7,84	7,73

1	2	3	4	5	6	7	8	9
94	22.09.2015	4.51	1.86	10.88		8.41	12.29	8.27
95	23.09.2015	8.76	2.64	6.93		11.93	7.56	8.9
96	24.09.2015	8.9	2.96	11.73		10.39	6.36	5.37
97	25.09.2015	8.05	2.72	7.42		9.79	8.76	5.51
98	26.09.2015	6.78	2.97	8.98		9.26	7.08	7.62
99	27.09.2015	5.92	3.02	8.76		12.65	8.41	7.23
100	28.09.2015	6.63	2.44	9.26		8.91	7.28	6.95
101	05.10.2015	6.43	1.55	5.37	9.26	1.91	8.83	7.56
102	12.10.2015	5.09	1.98	9.11		7.63	7.24	8.29
103	20.10.2015	3.52	0.98	5.84		6.15	5.96	7.24
104	26.10.2015	3.67	1.55	5.02	5.51	5.62	4.38	5.51
105	02.11.2015	5.6	2.2	7.92		10.03	7.02	7.53
106	09.11.2015	5.72	1.9	5.01		8.22	6.98	5.81
107	17.11.2015	2.4	1.27	4.72		4.31	3.32	6.15
108	27.11.2015	3.46	1.78	5.79	4.45	4.38	3.32	2.97
109	01.12.2015	5.14	2.1	6.8	15.83	8.27	6.62	7.92
110	24.12.2015	7.1	3.64	9.32	8.78	10.80	9.24	8.42
111	13.01.2016	5,93	1,55	11,58	5,79	7,14	7,84	5,08
112	16.01.2016	3,53	1,13	10,03	12,72	9,04	8,34	3,67
113	21.01.2016	6,15	1,84	9,54	17,94	7,92	5,18	6,12
114	27.01.2016	7,62	1,59	13,77	17,66	10,96	13,35	8,55
115	04.02.2016	8,48	0,99	9,47	24,65	9,68	6,57	12,43
116	11.02.2016	11,16	0,72	12,15	19,14	7,63	6,00	8,27
117	19.02.2016	4,8	0,71	6,78	11,02	4,52	4,31	7,35
118	25.02.2016	3,46	0,49	4,38	11,51	5,44	8,12	1,91
119	03.03.2016	1,98	1,2	9,04		5,51	5,30	4,8
120	10.03.2016	2,19	1,77	6,92	14,69	7,14	7,63	4,8
121	15.03.2016	-						
122	17.03.2016	2,26	1,13	5,08	5,93	5,58	4,38	3,82
123	24.03.2016	4,73	0,71	5,01	6,43	6,21	3,32	5,37
124	31.03.2016	2,54	0,99	6,15	5,09	5,44	4,38	3,82
125	07.04.2016	3,97	1,13	4,8	5,93	5,09	2,97	4,87
126	14.04.2016	1,63	1,41	4,8	3,67	3,25	5,65	6,92
127	21.04.2016	2,76	1,13	5,08	4,59	3,60	3,32	2,97
128	26.04.2016	1,27	1,55	3,46	4,38	3,25	2,89	4,52
129	10.05.2016	2,9	0,42	4,03		2,70	2,90	3,04
130	13.05.2016	1,34	0,28	3,89	5,31	4,38	2,68	3,32
131	19.05.2016	1,41	1,06	5,02	5,82	5,52	3,96	2,9
132	26.05.2016	0,92	0,71	4,59		0,78	3,46	4,59
133	03.06.2016	3,32		3,03	3,81	1,83	1,27	1,76
134	09.06.2016	2,61	1,13	3,18		1,9	1,13	1,34
135	17.06.2016	4,63	0,84	4,31	3,32	2,97	3,11	5,09
136	23.06.2016	6,85	0,37	5,9	2,85	3,87	4,65	3,76
137	25.06.2016							
138	29.06.2016	2,4			5,02	4,8	3,67	3,96
139	08.07.2016	0,92			1,13	0,21	1,2	1,34
140	13.07.2016	0,96			2,61	0,64	2,61	1,13
141	20.07.2016	1,48			1,06	1,9	3,32	3,18

продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
142	27.07.2016	5,36	скважина ликвидирована	5,36	2,96	1,06	2,26	7,59
143	05.08.2016	1,2		1,27	1,9	2,19	1,2	1,34
144	10.08.2016	0,99		1,2	1,13	1,27	3,53	2,68
145	20.08.2016	0,49		1,9	2,26	1,55	2,4	1,55
146	27.08.2016	0,42		1,34	1,13	2,05	1,55	1,2
147	02.09.2016	0,85		0,63	1,13	1,34	1,13	0,99
148	07.09.2016	1,2		1,34	1,13	1,48	1,62	1,48
149	16.09.2016	1,2		1,13	1,27	1,91	2,54	2,4
150	23.09.2016	4,03		0,92	0,99	0,85	1,98	0,77
151	30.09.2016			1,48	1,55	1,2	0,92	1,91
152	07.10.2016	1,62		1,2	1,34	1,48	1,2	1,48
153	14.10.2016	1,06		1,48	1,2	1,62	1,91	1,48
154	21.10.2016	0,21		1,06	1,4	1,76		1,2
155	26.10.2016	0,21		1,13	1,48	1,55	0,42	1,55
156	03.11.2016	0,28		1,2	1,13	1,48	0,49	1,4
157	11.11.2016	1,84		1,48	1,41	1,48	1,48	1,13
158	18.11.2016	1,62		1,91	1,62	1,48	3,81	1,91
159	23.11.2016	2,19		2,4	1,91	1,34	1,2	1,48
160	30.11.2016	2,33		2,54	2,05	1,48	1,55	1,55
161	07.12.2016	1,55			1,55	2,19	1,84	1,41
162	14.12.2016	0,77		1,48	1,2	1,06	2,61	1,34
163	21.12.2016	0,85		1,7	1,55	1,98	0,99	2,05
164	27.12.2016	1,34		1,62	1,91	1,76	1,84	1,48

Объём пластовых газов, выпущенных по сети опытных скважин, приведён в таблице 5.4. Расчёт объёма пластовых газов, выпущенных, из коллекторов толбачанской свиты, выполнен на основании натуральных наблюдений.

Таблица 5.4

Объём пластовых газов, выпущенных из горного массива за 2014-2016гг

Год	Количество скважин, подключенных к участковому дегазационному ставу (участвующих в дегазации горного массива), шт	Средний дебит по одной скважине (в разрезе года), м ³ /час	Объём пластовых газов, выпущенных из горного массива, м ³
2014	6	14,78	777 039.96
2015	7	9,39	575 874.51
2016	7	3,30	202 511,52

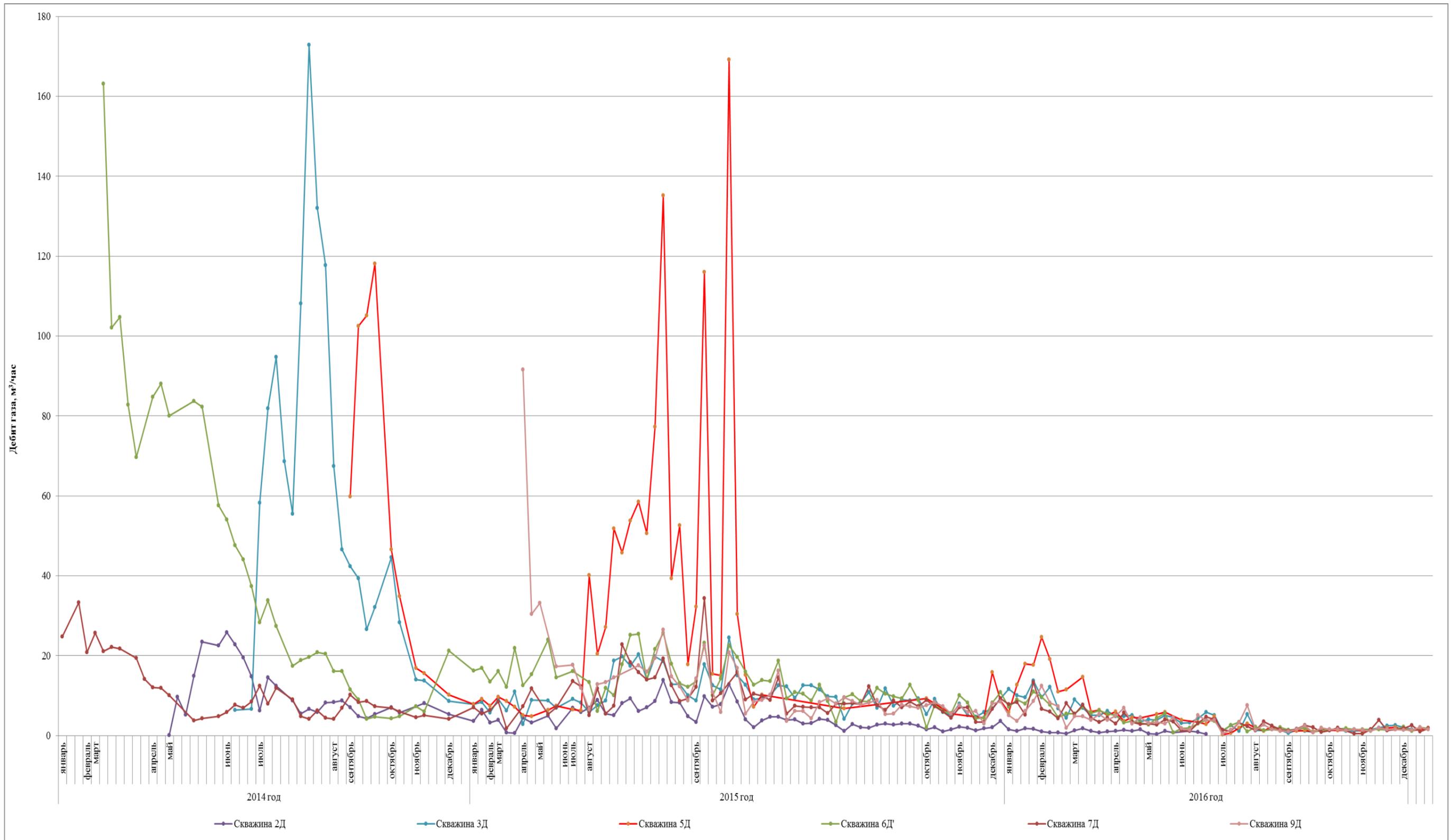


Рис. 5.1 Динамика изменения дебита пластовых газов по сети скважин, пробуренных на гор. -790 рудника «Интернациональный» из подземных горных выработок.

Характеристика пород эльганской свиты

Отложения эльганской свиты в пределах рудного поля трубки «Интернациональная» вскрыты на полную мощность скважиной №307. По результатам скважинной геофизики в отложениях выделяется три пласта-коллектора. Данные по выделенным коллекторам приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5

Характеристика коллекторов эльганского слабонасыщенного газо-водоносного горизонта, выделенных по результатам ГИС

№№ коллектора	кровля, м.	подолва, м.	мощность, м.	Пористость, %				Коэффициент водонасыщенности, %	Коэффициент газонасыщенности, %	Примечание
				Кп общ.	Кп БК	Кп эф.	Кп АК	Кв	Кнг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Скважина № 307 (а. о. устья +399,7м)										
1	1453,3	1469,3	16,0	8,1			7,8			Газонасыщенный
	(-1053,6)	(-1069,6)								
2	1471,2	1471,7	0,5	4,6			6,3		2,3	Водонасыщенный
	(-1071,5)	(-1072,0)								
3	1472,4	1472,9	0,5	4,2			6,0		2,0	Газо-водонасыщенный
	(-1072,7)	(-1073,2)								
	1472,9	1476,4	3,5	4,9			4,5			
	(-1073,2)	(-1076,7)								
Эффективная мощность, м			20,5	5,5			6,2		2,2	

Газонасыщенный коллектор **№1** по скважине №307 отмечаются в интервале 1453,3 (абс. отм. -1053,6м) – 1469,3 (абс. отм. -1069,3м). Эффективная мощность коллектора составляет 16,0 м. Средний коэффициент общей пористости, полученный по результатам ГИС, от 7,8 до 8,1 %. Тип пористости кавернозно- межзерновой и трещинно-кавернозный.

Водонасыщенный коллектор **№2** отмечаются в интервале 1471,2 (абс. отм. -1071,5м) – 1471,7 (абс. отм. -1072,0м). Эффективная мощность коллектора составляет 0,5 м. Средний коэффициент общей пористости, полученный по результатам ГИС, от 4,6 до 6,3 %. Тип пористости трещинно-кавернозный.

Газо-водонасыщенный коллектор **№3** отмечаются в интервале 1472,4 (абс. отм. -1072,7м) – 1476,4 (абс. отм. -1076,7м). Эффективная мощность коллектора составляет 4,0 м. Средний коэффициент общей пористости, полученный по результатам ГИС, от 4,5 до 6,0 %. Тип пористости трещинно-кавернозный [Янников, 2018].

Породы эльганской свиты можно охарактеризовать как весьма слабогазонасыщенные. По методам ГИС по стволу скважины №307 было выделен один газонасыщенный коллектор (№1) и один газо-водонасыщенный (№3). Общая мощность коллекторов составила 20,0 метров. Приток газа Q_g до 0,72 м³/сут; расчётное пластовое давление $P_{пл.}$ – 172,8 кгс/см² [Янников, 2018].

Необходимо отметить, что наблюдаемое пластовое давление 172,8 кгс/см², сложно объяснить только лишь наличием высоконапорных пластовых вод в коллекторах №2 и №3, т.к. водонасыщенные интервалы не только крайне маломощны (их суммарная мощность составляет всего один метр) и крайне малодобитны, но и характеризуются низкими коэффициентами проницаемости и проводимости. По этой причине данное пластовое давление в данных условиях можно охарактеризовать как аномально высокое – превышает нормальное гидростатическое давление для заданных отметок в 1.2 раза.

Аномально высокое пластовое давление, выявленное в отложениях эльганской свиты, позволяют говорить о существенной иммобилизации флюидов, содержащихся в выделенных коллекторах. Наличие таких перепадов пластовых давлений, свидетельствует о высокой степени изолированности данных коллекторов (это в полной мере присуще коллекторам толбачанской свиты). Появление такого аномального давления связано с несоответствием объемов флюидов объему пустотного пространства в горных породах, возникшее, как по причине неравновесного уплотнения пород, слагающих коллектора эльганской свиты (катагенетические изменения), так и из-за различных коэффициентов объёмного расширения пород, слагающих эльганскую свиту. В качестве дополнительных факторов могли послужить:

1. преобразование глинистых минералов на стадии катагенеза;
2. процессы дегидратации гипса, с последующим превращением в ангидрит;
3. деполемирезация содержащегося в породах органического вещества;
4. геодинамические процессы, связанные с постсидемантационным внедрением магматических тел в пределах изучаемого района.

В данных условиях наличие такого пластового давления свидетельствует в пользу изолированности системы выделенных коллекторов эльганской свиты. Основными причинами возникновения данной аномалии по всей видимости являются процессы осмоса и катагенетические преобразования газо- и водонасыщенных пород.

6. ВАРИАЦИИ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОВОДИМОСТИ В КОЛЛЕКТОРАХ ТОЛБАЧАНСКОЙ СВИТЫ В ОКОЛОТРУБОЧНОМ МАССИВЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТРУБКА «ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНАЯ»

При анализе гидродинамического режима и проницаемости пластов-коллекторов толбачанской свиты непосредственно в околотрубочном пространстве месторождения было выделено несколько различных блоков-зон. Для выделения блоков-зон были проведены расчёты коэффициента проводимости по сети скважин, пробуренным в подземных горных выработках (ПГВ) рудника «Интернациональный» на горизонте. (-790) м. Проводимость рассчитывалась по скважинам №№ 1Д, 2Д, 3Д, 5Д, 6Д, 7Д и 9Д. Выбранные опытные скважины являются совершенными по качеству вскрытия описанных коллекторов, поэтому полученные параметры будут в целом правомочны для изучаемого объекта (коллектора толбачанской свиты). Расположение опытных скважин относительно тела трубки «Интернациональная» и выделенных в процессе работ оперяющих разломов приведено на рисунке 6.1.

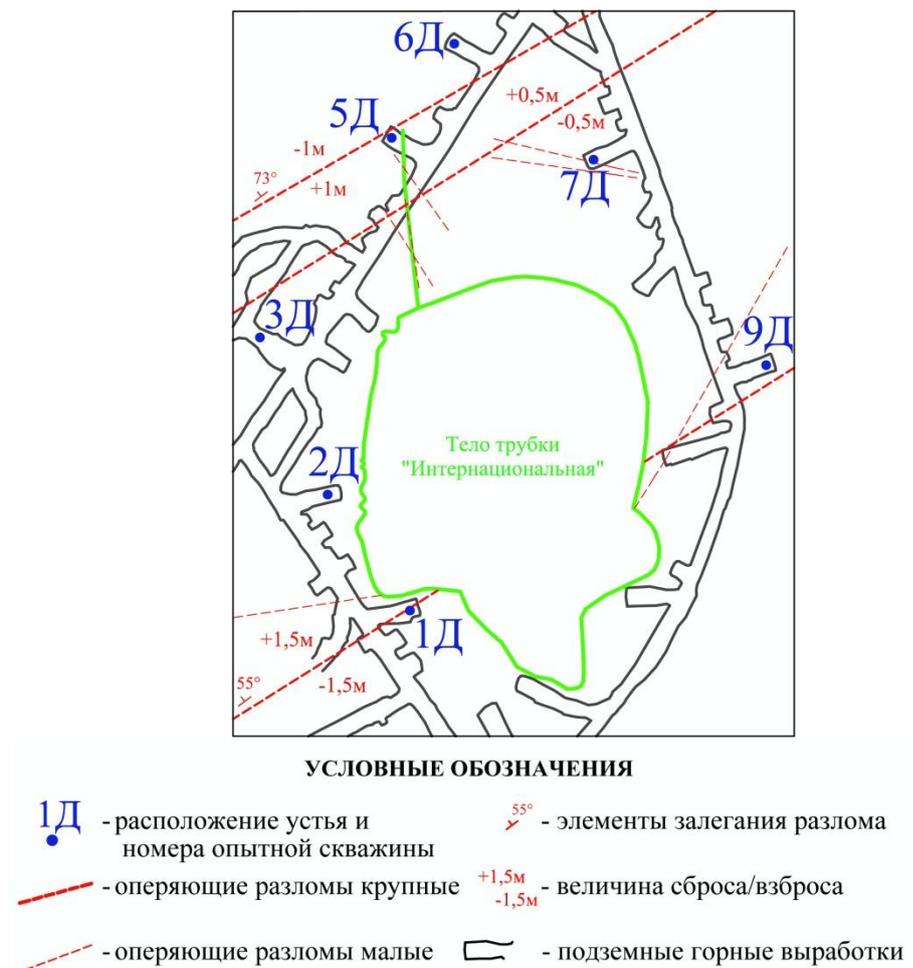


Рис. 6.1 Расположение опытных скважин на горизонте -790 м относительно тела трубки «Интернациональная» и выделенных в процессе работ оперяющих разломов (составлена по материалам МСШСТ и Мирнинской ГРЭ)

Определение параметра проводимости производилось в результате интерпретации одиночных выпусков пластовых вод [Климентов, 1978]. При выпусках для наблюдательных скважин характерно постоянство понижения, с учётом переменности дебита в возмущающей скважине. По этой причине обработка опытных данных, получаемых в возмущающих и наблюдательных скважинах, производится различными способами. В первом случае основные расчётные параметры определяются по временной закономерности дебита, во втором - по временным закономерностям приведённого понижения.

Обработка опытной информации возмущающих скважин при выпуске пластовых вод производится на основе формулы:

$$Q(t) = \frac{KM * S_0}{0.183 * lg \frac{2.25at}{r_0^2}}, \text{ при } \frac{at}{r_0^2} > 100 \text{ где:}$$

S_0 – понижение в возмущающей скважине;

r_0 – радиус возмущающей скважины.

Записываем эту формулу в виде уравнения прямой, получаем:

$$\frac{1}{Q} = A + C * lgt, \text{ где}$$

C – угловой коэффициент графика $\frac{1}{Q} - lgt$, откуда

$$KM = \frac{0.183}{C * S_0}$$

Поскольку величина $\frac{1}{Q}$ вследствие сопротивления прискважинной зоны оказывается завышенной, поэтому получение действующих величин пьезопроводности при помощи наблюдений в возмущающих скважинах не производится (по причине получения заниженных значений).

Расчёты были выполнены, с помощью графоаналитического метода, по участкам графиков, отвечающих квазистационарному режиму фильтрации.

Результаты расчётов основных гидрогеологических параметров приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Полученные гидрогеологические параметры

№ скважины	Расстояние до тела трубки «Интернациональная», м.	Направление расположения	Полученный КМ (Т), м ² /сут
1Д	5	Ю	0,0064
2Д	15	З	0,0057
3Д	38	З	0,0180
5Д	57	С	0,0310
6Д	82	С	0,0125
7Д	43	С	0,0079
9Д	43	В	0,0087

Схематично в плане, по параметру проводимости, объект исследования можно представить следующим образом:

Блок-зона №1, в ней расположены скважины №№ 3Д, 5Д и 6Д. Охарактеризовывает зону сложного структурно-тектонического строения, приуроченного к малоамплитудному тектоническому нарушению, фиксируемому по наличию сближенных кимберлитовых жил, ступенчатых сбросов и флексурным перегибам слоёв. Данная зона характеризуется наибольшей величиной $KM = 0,0125-0,0310 \text{ м}^2/\text{сут}$;

Блок-зона №2, в ней расположены скважины №№ 7Д и 9Д. Охарактеризовывает зону оперяющих разломов, зафиксированного малоамплитудного тектонического нарушения. Данная зона характеризуется величиной $KM = 0,0079-0,0087 \text{ м}^2/\text{сут}$;

Блок-зона №3, в ней расположены скважины № 1Д. Охарактеризовывает зону сложного структурно-тектонического строения, приуроченного к малоамплитудному тектоническому нарушению, фиксируемому по наличию сближенных кимберлитовых жил, ступенчатых сбросов (до 1,5 метров) и флексурным перегибам слоёв. Данная зона характеризуется величиной $KM = 0,0064-0,0072 \text{ м}^2/\text{сут}$;

Блок-зона №4, в ней расположена скважина №2Д, охарактеризовывает зону, не осложнённую оперяющими разломами или малоамплитудными тектоническими нарушениями. Данная зона характеризуется наименьшей величиной $KM = 0,0057 \text{ м}^2/\text{сут}$.

Проведённые исследования и выполненные расчёты позволяют сделать вывод, что проводимость коллекторов толбачанской свиты в пределах околотрубочного массива месторождения трубка «Интернациональная», на удалении 5 – 110 метров от тела, напрямую зависит от малоамплитудной тектоники, оперяющих разломов и блоковых дислокаций, непосредственно связанных со структурно-тектоническим строением изучаемого участка.

7. ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЖИМА САМОИЗЛИВА

7.1 Режим и интенсивность самоизлива насыщенных природных рассолов по сети опытных скважин

Натурные наблюдения за интенсивностью самоизлива пластовых вод производились по режимной сети скважин, сооружённых в подземных горных выработках на горизонте -790 рудника «Интернациональный». За период исследований, проводимых в 2014-2016 гг, было установлено, что параметры самоизлива по скважинам (интенсивность и т.д.) крайне изменчивы. Изменчивая интенсивность водопритоков по скважинам обусловлена особенностями водосодержащих коллекторов толбачанской свиты. А именно крайне низкими параметрами проводимости и крайне малыми естественными запасами данных высоконапорных, высокоминерализованных (до 520 г/литр) пластовых вод (рассолов), приуроченных к иммобилизованным илизионным «линзам-микрозалежам». Для скважин было характерно непостоянство расходов (дебитов) наблюдаемых водопритоков и их малодобитность (фиксируемые притоки не превышали 250-300 л/час). Самоизлив вод, как правило, был не продолжителен, эпизодичен, за фиксируемыми в ходе натурных наблюдений «всплесками активности», (продолжительностью от 2-5 дней до 15-25) следовали долговременные периоды с полным отсутствием каких-либо водопроявлений [Янников, 2017; Янников, 2018].

Для объяснения наблюдаемых периодов излива пластовых вод был выполнен анализ как природных, так и техногенных факторов, непосредственно или опосредованно влияющих на режим и интенсивность наблюдаемого самоизлива.

После проведенного анализа возможных факторов воздействия, были выявлены некоторые закономерности между изменением барометрического давления и режимом излива природных насыщенных рассолов. Для анализа воздействия изменения атмосферного (барометрического) давления, в качестве одного из факторов, влияющих и определяющих параметры фиксируемого излива, была проведена комплексная оценка режима и интенсивности излива в 2014-2016 году по скважинам №№ 1Д, 2Д, 3Д, 5Д, 6Д', 7Д, 9Д. Данные скважины являются совершенными по качеству вскрытия описанных коллекторов, поэтому произведённые исследования и выявленные закономерности будут в целом правомочны для изучаемого объекта (коллектора эльгянской и толбачанской свит).

Произведём корреляцию наблюдаемой интенсивности и продолжительности самоизлива пластовых рассолов по каждой скважине и изменения атмосферного давления в течение выделяемых периодов.

Режим и интенсивность самоизлива насыщенных природных рассолов по скважине 1Д

Скважина 1Д расположена в осевой части субширотного оперяющего разлома, сбросового характера, с амплитудой смещения +1,5/-1,5 м, в 5 метрах юго-западнее тела трубки «Интернациональная» (рис. 7.1). Натурные наблюдения по данной скважине проводились с момента её сооружения, т.е. в период с января 2015 по декабрь 2016 гг. Всего за период наблюдений по данной скважине было отмечено 12 периодов самоизлива. Суммарная продолжительность которых составила 199 дней. Объём самоизлившихся рассолов составил 354 м³. [Янников, 2018]



Рис. 7.1 Расположение опытной скважины №1Д на горизонте -790 м относительно тела трубки «Интернациональная» и выделенных в процессе работ оперяющих разломов (составлена по материалам МСШСТ и Мирнинской ГРЭ)

Первый период с 01.01.2015 по 12.02.2015. Дебит самоизлива в начале составлял 0,25 м³/час, в последующем снизился до 0,04 м³/час. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 719,8 мм. рт. ст до 745,7 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 25.9 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 730.4 мм. рт. ст.

Затем с 13.02.2015 по 06.04.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 710,0 мм. рт. ст до 740,5 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 30,5 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728.2 мм. рт. ст. На окончание данного периода 06.04.2015 атмосферное давление составляло 731,0 мм. рт. ст.

Второй период фиксации самоизлива пластовых вод наблюдался в период с 07.04.2015 по 09.07.2015. Дебит самоизлива в начале (с 07.04.2015 по 18.04.2017) составлял 0,05 м³/час, в последующем снизился до 0,01 м³/час. И в период с 03.07.2015 по 09.07.2015 вырос до 0,04 м³/час. Атмосферное давление в течении этого периода изменялось от 716.0 мм. рт. ст до 741,0 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 25,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 725.4 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (07.04.2015) атмосферное давление составляло 731,4 мм.рт.ст.

Затем с 10.07.2015 по 16.08.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 718,0 мм. рт. ст до 732,9 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 14.9 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 724,8 мм. рт. ст. На окончание данного периода 16.08.2015 атмосферное давление составляло 725,5 мм. рт. ст.

Третий период фиксации самоизлива пластовых вод наблюдался в период с 17.08.2015 по 21.08.2015. Дебит самоизлива в начале составлял 0,01 м³/час, в последующем повысился до 0,05 м³/час. И в период к 21.08.2015 вырос до 0,1 м³/час. Атмосферное давление в течении этого периода изменялось от 722,7 мм. рт. ст до 730,4 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 7,7 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728,0 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (17.08.2015) атмосферное давление составляло 730,1 мм.рт.ст.

Затем с 22.08.2015 по 11.09.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 722,2 мм. рт. ст до 737,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 15,4 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 730,9 мм. рт. ст. На окончание данного периода 11.09.2015 атмосферное давление составляло 723,4 мм. рт. ст.

Четвёртый период связан с фиксацией кратковременного излива 12.09.2015. Дебит самоизлива составил 0,06 м³/час. Атмосферное давление на 12.09.2015 составляло 715,9 мм. рт. ст.

С 13.09.2015 по 25.09.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 712,8 мм. рт. ст до 736,7 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 23,9 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 729,9 мм. рт. ст. На окончание данного периода 25.09.2015 атмосферное давление составляло 736,6 мм. рт. ст.

Пятый период связан с фиксацией кратковременного излива 26.09.2015. Дебит самоизлива составил 0,053 м³/час. Атмосферное давление на 26.09.2015 составляло 739,6 мм. рт. ст.

С 27.09.2015 по 25.10.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 715,1 мм. рт. ст до 741,1 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 26,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728,2 мм. рт. ст. На окончание данного периода 25.10.2015 атмосферное давление составляло 727,1 мм. рт. ст.

Шестой период фиксации самоизлива пластовых вод наблюдался в период с 26.10.2015 по 28.10.2015. Дебит самоизлива в начале составлял 0,44 м³/час, с последующим понижением до 0,22 м³/час. И к 28.10.2015 до 0,1 м³/час. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 727,3 мм. рт. ст до 731,2 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 3,9 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 729,6 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (26.10.2015) атмосферное давление составляло 730,3 мм.рт.ст.

С 29.10.2015 по 08.11.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 712,9 мм. рт. ст до 741,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 28,7 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728,4 мм. рт. ст. На окончание данного периода 08.11.2015 атмосферное давление составляло 735,9 мм. рт. ст.

Седьмой период связан с фиксацией кратковременного излива 09.11.2015. Дебит самоизлива составил 0,12 м³/час. Атмосферное давление на 09.11.2015 составляло 735,0 мм. рт. ст.

С 10.11.2015 по 26.11.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 727,9 мм. рт. ст до 750,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 22,7 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 739,8 мм. рт. ст. На окончание данного периода 26.11.2015 атмосферное давление составляло 727,9 мм. рт. ст.

Восьмой период фиксации самоизлива пластовых вод наблюдался в период с 27.11.2015 по 24.12.2015. Дебит самоизлива в течение всего периода изменялся незначительно и составлял 0,08-0,12 м³/час. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 719,8 мм. рт. ст до 736,5 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 16,7 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728,3 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (27.11.2015) атмосферное давление составляло 728,8 мм.рт.ст.

С 25.12.2015 по 20.01.2016 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 719,5 мм. рт. ст до 749,5 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 30,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 736,5 мм. рт. ст. На окончание данного периода 20.01.2016 атмосферное давление составляло 749,5 мм. рт. ст.

Девятый период фиксации самоизлива пластовых вод наблюдался в период с 21.01.2016 по 28.01.2016. Дебит самоизлива в течении всего периода изменялся незначительно и составлял 0,04-0,06 м³/час. Атмосферное давление в течении этого периода изменялось от 723,7 мм. рт. ст до 752,2 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 28,5 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 736,8 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (21.01.2016) атмосферное давление составляло 752,2 мм.рт.ст.

С 29.01.2016 по 10.02.2016 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 721,6 мм. рт. ст до 732,4 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 10,8 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728,4 мм. рт. ст. На окончание данного периода 10.02.2016 атмосферное давление составляло 726,9 мм. рт. ст.

Десятый период фиксации самоизлива пластовых вод наблюдался в период с 11.02.2016 по 15.02.2016. Дебит самоизлива в течение всего периода изменялся незначительно и составлял 0,05 м³/час. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 724,5 мм.

рт. ст до 737,7 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 13,2 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 732,0 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (11.02.2016) атмосферное давление составляло 733,5 мм.рт.ст.

С 16.02.2016 по 02.06.2016 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 709,8 мм. рт. ст до 745,3 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 35,5 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 727,9 мм. рт. ст. На окончание данного периода 02.06.2016 атмосферное давление составляло 723,1 мм. рт. ст.

Одиннадцатый период связан с фиксацией кратковременного излива 03.06.2016. Дебит самоизлива составил 0,3 м³/час. Атмосферное давление на 26.09.2015 составляло 726,8 мм. рт. ст.

С 04.06.2016 по 16.06.2016 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 726,6 мм. рт. ст до 734,4 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 7,8 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 730,4 мм. рт. ст. На окончание данного периода 16.06.2016 атмосферное давление составляло 726,6 мм. рт. ст.

Двенадцатый период фиксации самоизлива пластовых вод наблюдался в период с 17.06.2016 по 25.06.2016. Дебит самоизлива в начале составлял 0,5 м³/час, с последующим плавным понижением до 0,1 м³/час. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 718,9 мм. рт. ст до 729,4 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 10,5 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 729,4 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (17.06.2016) атмосферное давление составляло 726,2 мм.рт.ст.

С 26.06.06.2016 по 31.12.2016 отмечался продолжительный «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 712,9 мм. рт. ст до 750,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 37,7 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 730,4 мм. рт. ст.

Данные, полученные во время натурных наблюдений, по скважине 1Д за 2014-2016 гг приведены в таблице 7.1

Периоды самоизлива пластовых вод по скважине 1Д

№	название периода	начало	окончание	Р _{на начало}	Р _{по окончанию}	Р _{среднее}
				давление в мм. рт. ст.		
1	первый	01.01.15	12.02.15	726,9	727,2	732,5
2	«сухой»	13.02.15	06.04.15	727,2	731,0	728,0
3	второй	07.04.15	09.07.15	731,4	721,1	731,8
4	«сухой»	10.07.15	16.08.15	718,0	725,5	724,8
5	третий	17.08.15	21.08.15	730,1	722,7	730,0
6	«сухой»	22.08.15	11.09.15	722,3	723,4	730,2
7	четвертый	12.09.15	12.09.15	715,9	715,9	715,9
8	«сухой»	13.09.15	25.09.15	712,8	736,6	729,0
9	пятый	26.09.15	26.09.15	739,6	739,6	739,6
10	«сухой»	27.09.15	25.10.15	741,1	727,1	728,2
11	шестой	26.10.15	28.10.15	730,3	731,2	730,6
12	«сухой»	29.10.15	08.11.15	734,8	735,9	728,0
13	седьмой	09.11.15	09.11.15	735,0	735,0	735,0
14	«сухой»	10.11.15	26.11.15	733,5	727,9	737,8
15	восьмой	27.11.15	24.12.15	728,8	735,7	729,3
16	«сухой»	25.12.15	20.01.16	732,8	749,5	732,4
17	девятый	21.01.16	28.01.16	752,2	740,1	736,8
18	«сухой»	29.01.16	10.02.16	731,2	726,9	728,4
19	десятый	11.02.16	15.02.16	733,5	729,1	732,0
20	«сухой»	16.02.16	02.06.16	722,6	723,1	727,9
21	одиннадцатый	03.06.16	03.06.16	726,8	726,8	726,8
22	«сухой»	04.06.16	16.06.16	728,8	726,6	730,4
23	двенадцатый	17.06.16	25.06.16	726,2	724,0	729,4
24	«сухой»	26.06.16	31.12.16	730,9	730,7	730,4

Сопоставление полученных расходов и барометрического давления за весь период исследований приведено на рис. 7.2. Где каждое точечное значение – это параметр расхода по скважине 1Д, отложенный по оси ординат, а значение среднего (приведенного) атмосферного давления на эту же дату приведено по оси абсцисс.

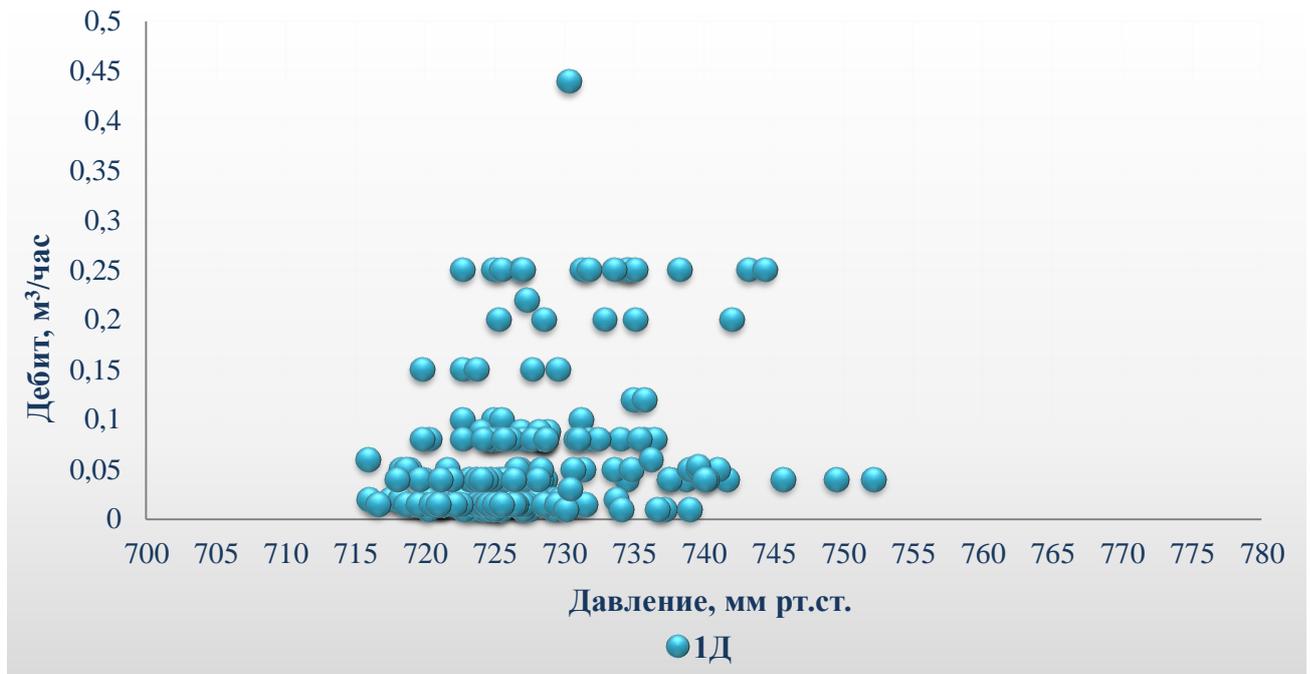


Рис. 7.2 Прослеживание изменения дебита (расхода) излива пластовых рассолов по скважине №1Д и барометрического давления

Анализируя полученные за период исследования данные по скважине 1Д, необходимо отметить, что можно выделить следующие факты воздействия изменение атмосферного давления на режим и интенсивность излива:

1. Только два периода (из двенадцати) самоизлива пластовых вод (17%) – третий и четвертый произошли в период отсутствия буро-взрывных работ. Началу третьего периода предшествовал рост давления на 4,6 мм. рт. ст. Началу четвертого падение – на 7,5 мм.рт.ст. Необходимо отметить, что в остальных 10 периодах излива, изменение давления либо не оказывало значимого воздействия в виду невысоких ступеней изменения (около 1 мм.рт.ст.), либо имело суммирующее с техногенным, своего рода синергетическое, воздействие на режим и интенсивность излива пластовых насыщенных рассолов.

2. Начало каждого выделенного периода сопровождалось ростом или понижением атмосферного давления. Средняя ступень изменения давления составляет 3-4 мм. рт. ст. Максимальные значения 6,6 – 7,5 мм. рт. ст.

3. Среднее значение атмосферного давления в периоды фиксации излива выше аналогичного значения, характеризующего «сухие» периоды на 1 - 3 мм. рт. ст.

4. Началу уменьшения или увеличения интенсивности излива пластовых вод предшествовало изменение атмосферного давления, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения, что в свою очередь, позволяет говорить о том, что резкие, скачкообразные перепады атмосферного давления влияли на фильтрацию пластовых рассолов по трещинным коллекторам, в имеющихся иммобилизованных, илизионных структурах, где местом

разгрузки выступали ствол опытной скважины 1Д, а областью обеспеченного питания вся сформированная под воздействием структурно-тектонического и литолого-фациального факторов «линза-микрозалежь».

5. Казалось бы, что такой продолжительный период (285 дней) отсутствия излива пластовых вод из скважины 1Д, мог свидетельствовать о полной сработке естественных ёмкостных запасов, в радиусе приведённого влияния данной скважины, но дальнейшее наблюдение опровергло это предположение. 07.04.2017 на данной скважине во время проведения режимных работ был отмечен излив пластовых вод. Продолжительность излива составила 36 дней (07.04.17-12.05.17 гг). Дебит самоизлива в период 07.04.17-14.04.17 был неизменен и составлял $0,01 \text{ м}^3/\text{час}$. В последующем с 15.04.17 произошло планомерное увеличение дебита, и достигнув максимального значения, равного $0,05 \text{ м}^3/\text{час}$ 03.05.17, он начал снижаться и концу периода составлял $0,03 \text{ м}^3/\text{час}$. Объём самоизлившихся рассолов за указанный период (07.04.17-12.05.17 гг) составил $22,5 \text{ м}^3$

Режим и интенсивность самоизлива насыщенных природных рассолов по скважине 2Д

Скважина 2Д расположена на участке, не осложнённом оперяющими разломами или малоамплитудными тектоническими нарушениями, до ближайшего оперяющего разлома более 40 метров, в 17 метрах западнее тела трубки «Интернациональная» (рис. 7.3). Натурные наблюдения по данной скважине проводились с момента её сооружения, т.е. в период с мая 2014 по июнь 2016 гг. В июне 2016 года из-за ведения горных работ скважина была ликвидирована. Всего за период наблюдений по данной скважине было отмечено 9 периодов самоизлива. Суммарная продолжительность которых составила 156 день. Объём самоизлившихся рассолов составил 187 м³. [Янников, 2018].



Рис. 7.3 Расположение опытной скважины №2Д на горизонте -790 м относительно тела трубки «Интернациональная» и выделенных в процессе работ оперяющих разломов (составлена по материалам МСШСТ и Мирнинской ГРЭ)

Первый период с 12.05.2014 по 14.05.2014. Дебит самоизлива в начале составлял 0,12 м³/час, в последующем снизился до 0,05 м³/час. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 730,8 мм. рт. ст до 734,0 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 3,2 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 732 мм. рт. ст.

С 15.05.2014 по 19.05.2014 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 722,2 мм. рт. ст до 731,2 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 9,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728,0 мм. рт. ст. На окончание данного периода 19.05.2014 атмосферное давление составляло 728,6 мм. рт. ст.

Второй период с 20.05.2014 по 23.05.2014. Дебит самоизлива в начале составлял 0,12 м³/час, к концу периода снизился до 0,01 м³/час. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 721,3 мм. рт. ст до 722,2 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 0,9 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 721,8 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (20.05.2014) атмосферное давление составляло 721,6 мм.рт.ст.

С 24.05.2014 по 02.06.2014 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 714,4 мм. рт. ст до 727,3 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 12,9 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 720,1 мм. рт. ст. На окончание данного периода 02.06.2014 атмосферное давление составляло 727,3 мм. рт. ст.

Третий период с 03.06.2014 по 19.06.2014. Дебит самоизлива в начале составлял 0,155 м³/час, к концу периода плавно снизился до 0,01 м³/час. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 719,7 мм. рт. ст до 733,9 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 14,2 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728,8 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (03.06.2014) атмосферное давление составляло 727,9 мм.рт.ст.

С 20.06.2014 по 25.06.2014 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 721,9 мм. рт. ст до 729,9 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 8,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 726,0 мм. рт. ст. На окончание данного периода 25.06.2014 атмосферное давление составляло 721,9 мм. рт. ст.

Четвертый период с 26.06.2014 по 09.07.2014. С 26.06.-30.06. дебит составлял 0,03 м³/час; с 01.07.-03.07. – 0,07 м³/час; с 04.07. дебит начал плавно снижаться, и в конце периода составил 0,01 м³/час. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 717,8 мм. рт. ст до 727,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 9,8 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период

составило 723,4 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (26.06.2014) атмосферное давление составляло 722,5 мм.рт.ст.

С 10.07.2014 по 14.07.2014 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 724,5 мм. рт. ст до 727,7 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 3,2 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 726,3 мм. рт. ст. На окончание данного периода 14.07.2014 атмосферное давление составляло 724,5 мм. рт. ст.

Пятый период с 15.07.2014 по 21.10.2014. За этот период дебит изменялся скачкообразно, а именно:

- 15.07.-18.07. дебит самоизлива составлял 0,02 м³/час;
- 19.07.-21.07. – 0,04 м³/час;
- 22.07.-26.07. – 0,06 м³/час;
- 27.07 началось планомерное понижение дебита самоизлива, и достигнув 05.08. 0,01 м³/час, с 06.08 начался рост;
- рост начавшийся 06.08. продолжался до 09.08. дебит изменился с 0,02 м³/час до 0,06 м³/час;
- 09.08.-01.09. дебит был неизменен и составлял 0,06 м³/час;
- 02.09.-07.10. в этот период наблюдалось планомерное понижение дебита. С 0,06 м³/час до 0,01 м³/час.
- 07.10.-21.10. дебит не изменялся и составлял 0,01 м³/час.

Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 717,1 мм. рт. ст до 736,1 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 19 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 725,2 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (15.07.2014) атмосферное давление составляло 723,4 мм.рт.ст.

С 22.10.2014 по 12.11.2014 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 716,6 мм. рт. ст до 739,0 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 3,2 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 726,3 мм. рт. ст. На окончание данного периода 12.11.2014 атмосферное давление составляло 727,1 мм. рт. ст.

Шестой период с 13.11.2014 по 23.11.2014. Дебит самоизлива в течение всего периода не изменялся и составлял 0,1 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 720,1 мм. рт. ст до 735,1 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями

составило 15,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 727,5 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (13.11.2014) атмосферное давление составляло 727,4 мм.рт.ст.

С 24.11.2014 по 02.12.2014 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 710,1 мм. рт. ст до 745,1 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 35,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 732,7 мм. рт. ст. На окончание данного периода 02.12.2014 атмосферное давление составляло 745,1 мм. рт. ст.

Седьмой период с 03.12.2014 по 08.12.2014. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,03 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 735,1 мм. рт. ст до 747,5 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 12,4 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 742,0 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (03.12.2014) атмосферное давление составляло 746,9 мм.рт.ст.

С 09.12.2014 по 11.02.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 714,9 мм. рт. ст до 745,7 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 30,8 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 730,5 мм. рт. ст. На окончание данного периода 11.02.2015 атмосферное давление составляло 728,3 мм. рт. ст.

Восьмой период связан с фиксацией кратковременного излива 12.02.2015. Дебит самоизлива составил 0,036 м³/час. Атмосферное давление на 12.02.2015 составляло 727,2 мм. рт. ст.

С 13.02.2015 по 23.12.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 710,0 мм. рт. ст до 750,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 30,8 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 727,9 мм. рт. ст. На окончание данного периода 23.12.2015 атмосферное давление составляло 735,4 мм. рт. ст.

Девятый период связан с фиксацией кратковременного излива 24.12.2015. Дебит самоизлива составил 0,04 м³/час. Атмосферное давление на 24.12.2015 составляло 735,7 мм. рт. ст.

С 25.12.2015 по 29.06.2016 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода

изменялось от 709,8 мм. рт. ст до 752,2 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 42,2 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 729,8 мм. рт. ст.

Данные, полученные во время натуральных наблюдений, по скважине 2Д за 2014-2016 гг приведены в таблице 7.2

Таблица 7.2

Периоды самоизлива пластовых вод по скважине 2Д

№	название периода	начало	окончание	Р _{на начало}	Р _{по окончанию}	Р _{среднее}
				давление в мм. рт. ст.		
1	первый	12.05.14	14.05.14	731,0	730,8	732,0
2	«сухой»	15.05.14	19.05.14	730,5	728,6	728,0
3	второй	20.05.14	23.05.14	721,6	722,1	721,8
4	«сухой»	24.05.14	02.06.14	723,3	727,3	720,1
5	третий	03.06.14	19.06.14	727,9	732,1	728,8
6	«сухой»	20.06.14	25.06.14	729,9	721,9	726,0
7	четвертый	26.06.14	09.07.14	722,5	725,0	723,4
8	«сухой»	10.07.14	14.07.14	725,8	724,5	726,3
9	пятый	15.07.14	21.10.14	723,4	728,5	725,2
10	«сухой»	22.10.14	12.11.14	716,8	727,1	726,3
11	шестой	13.11.14	23.11.14	727,4	720,1	727,5
12	«сухой»	24.11.14	02.12.14	718,9	745,1	732,7
13	седьмой	03.12.14	08.12.14	746,9	735,1	742,0
14	«сухой»	09.12.14	11.02.15	738,2	728,3	730,5
15	восьмой	12.02.15	12.02.15	727,2	727,2	727,2
16	«сухой»	13.02.15	23.12.15	722,2	735,4	727,9
17	девятый	24.12.15	24.12.15	735,7	735,7	735,7
18	«сухой»	25.12.15	29.06.16	732,8	730,0	729,8

Сопоставление полученных расходов излива природных рассолов по скважине №2Д и барометрического давления за весь период исследований приведено на рис. 7.4.

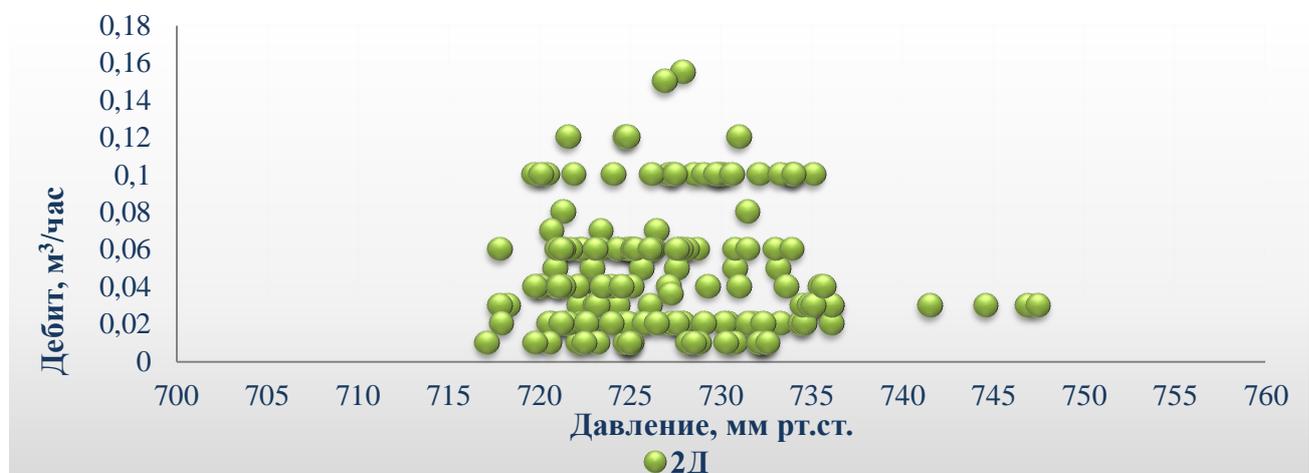


Рис. 7.4 Прослеживание изменения дебита (расхода) излива пластовых рассолов по скважине №2Д и барометрического давления

Анализируя полученные за период исследования данные по скважине 2Д, необходимо отметить, что можно выделить следующие факты воздействия изменение атмосферного давления на режим и интенсивность излива:

1. Только три периода (из девяти) самоизлива пластовых вод (33%) – третий, четвертый и пятый произошли в период отсутствия буро-взрывных работ. Начало данных периодов не совпадало с сколь либо значимыми изменениями барометрического давления (степень изменения составляла около 1 мм.рт.ст). По всей видимости, данные периоды связаны с перераспределением пластовых рассолов, после предыдущих воздействий. Необходимо отметить, что в остальных 6 периодах излива, изменение давления либо не оказывало значимого воздействия в виду невысоких ступеней изменения (около 1 мм.рт.ст.), либо имело суммирующее с техногенным, своего рода синергетическое, воздействие на режим и интенсивность излива пластовых насыщенных рассолов.

2. Начало каждого выделенного периода, как правило, сопровождалось незначительным ростом или понижением атмосферного давления. Средняя степень изменения давления составляет 1-2 мм. рт. ст. Максимальные значения до 7,0 мм. рт. ст.

3. Среднее значение атмосферного давления в периоды фиксации излива выше аналогичного значения, характеризующего «сухие» периоды на 1 - 3 мм. рт. ст.

4. Началу уменьшения или увеличения интенсивности излива пластовых вод предшествовало изменение атмосферного давления, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения, что в свою очередь, позволяет говорить о том, что резкие, скачкообразные перепады атмосферного давления влияли на фильтрацию пластовых рассолов по трещинным коллекторам, в имеющихся иммобилизованных, илизионных структурах, где местом разгрузки выступали ствол опытной скважины 2Д, а областью обеспеченного питания вся сформированная под воздействием структурно-тектонического и литолого-фациального факторов «линза-микрозалежь».

5. В июле 2016 года, из-за попадания ствола скважины в трассу разрезного орта, скважина была ликвидирована методом полного бетонирования ствола. Натурные наблюдения были прекращены.

Режим и интенсивность самоизлива насыщенных природных рассолов по скважине 3Д

Скважина 3Д расположена в 12 метрах южнее от осевой части субширотного оперяющего разлома, сбросового характера, с амплитудой смещения +0,5/-0,5 м, в 35 метрах северо-западнее тела трубки «Интернациональная» (рис. 7.5). Натурные наблюдения по данной скважине проводились с момента её сооружения, т.е. в период с сентября 2014 по декабрь 2016 гг. Всего за период наблюдений по данной скважине было отмечено 4 периода самоизлива. Суммарная продолжительность, которых составила 58 дней. Объем самоизлившихся рассолов составил 88 м³. [Янников, 2018].



Рис. 7.5 Расположение опытной скважины №3Д на горизонте -790 м относительно тела трубки «Интернациональная» и выделенных в процессе работ оперяющих разломов (составлена по материалам МСШСТ и Мирнинской ГРЭ)

Первый период с 02.09.2014 по 21.10.2014. Дебит самоизлива в начале составлял 0,1 м³/час, с последующим плановым понижением до 0,03 м³/час. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 717,1 мм. рт. ст. до 736,1 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 19 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728 мм. рт. ст.

С 22.10.2014 по 02.12.2014 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 710,1 мм. рт. ст до 745,1 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 30,8 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728,0 мм. рт. ст. На окончание данного периода 02.12.2014 атмосферное давление составляло 745,1 мм. рт. ст.

Второй период с 03.12.2014 по 08.12.2014. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,02 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 735,1 мм. рт. ст до 747,5 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 12,4 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 742,0 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (03.12.2014) атмосферное давление составляло 746,9 мм.рт.ст.

С 09.12.2014 по 18.05.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 710,0 мм. рт. ст до 745,7 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 35,7 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728,6 мм. рт. ст. На окончание данного периода 02.12.2014 атмосферное давление составляло 724,3 мм. рт. ст.

Третий период связан с фиксацией кратковременного излива 19.05.2015. Дебит самоизлива составил 0,002 м³/час. Атмосферное давление на 19.05.2015 составляло 724,9 мм. рт. ст.

С 20.05.2015 по 22.06.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 716,6 мм. рт. ст до 731,5 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 14,9 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 724,7 мм. рт. ст. На окончание данного периода 02.12.2014 атмосферное давление составляло 721,3 мм. рт. ст.

Четвертый период связан с фиксацией кратковременного излива 23.06.2015. Дебит самоизлива составил 0,006 м³/час. Атмосферное давление на 23.06.2015 составляло 724,6 мм. рт. ст.

С 24.06.2015 по 31.12.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 709,8 мм. рт. ст до 752,2 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 42,4 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 729,7 мм. рт. ст.

Данные, полученные во время натурных наблюдений, по скважине 3Д за 2014-2016 гг приведены в таблице 7.3

Таблица 7.3

Периоды самоизлива пластовых вод по скважине 3Д

№	название периода	начало	окончание	Р _{на начало}	Р _{по окончании}	Р _{среднее}
				давление в мм. рт. ст.		
1	первый	02.09.14	21.10.14	721,3	728,5	727,9
2	«сухой»	22.10.14	02.12.14	716,8	745,1	728,0
3	второй	03.12.14	08.12.14	746,9	735,1	742,0
4	«сухой»	09.12.14	18.05.15	738,2	724,3	728,6
5	третий	19.05.15	19.05.15	724,9	724,9	724,9
6	«сухой»	20.05.15	22.06.15	723,6	721,3	724,7
7	четвертый	23.06.15	23.06.15	724,6	724,6	724,6
8	«сухой»	24.06.15	31.12.15	718,6	730,7	729,7

Сопоставление полученных расходов излива природных рассолов по скважине №3Д и барометрического давления за весь период исследований приведено на рис. 7.6.

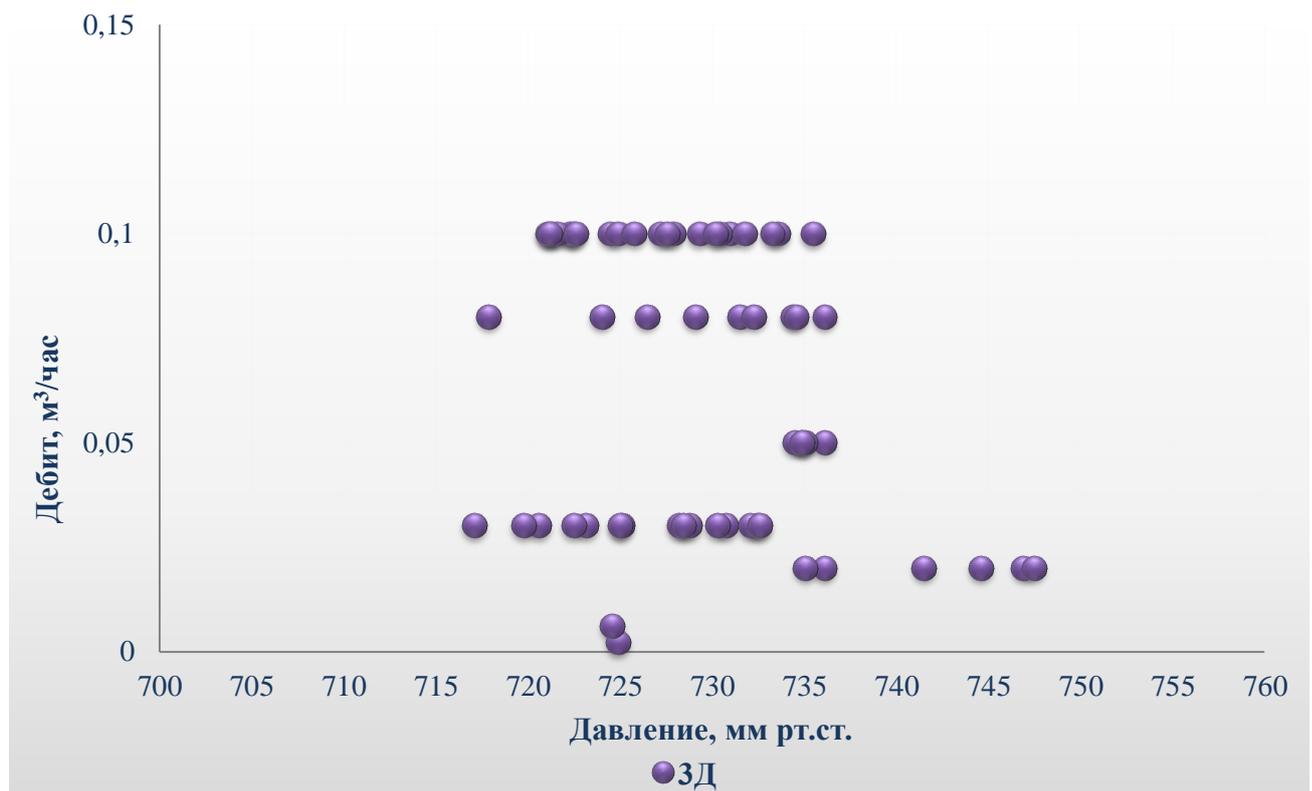


Рис. 7.6 Прослеживание изменения дебита (расхода) излива пластовых рассолов по скважине №3Д и барометрического давления

Анализируя полученные за период исследования данные по скважине 3Д, необходимо отметить, что можно выделить следующие факты воздействия изменение атмосферного давления на режим и интенсивность излива:

1. Два периода (из четырёх) самоизлива пластовых вод (50%) – первый и второй произошли в период отсутствия буро-взрывных работ. Началу первого периода

предшествовало падение барометрического давления на 11,7 мм. рт. ст. Начало второго периода не совпало со сколь либо значимым изменением барометрического давления (степень изменения составляла около 2 мм.рт.ст). По всей видимости, данный период связаны с перераспределением пластовых рассолов, после предыдущих воздействий. Необходимо отметить, что в остальных 2 периодах излива, изменение давления либо не оказывало значимого воздействия в виду невысоких ступеней изменения (порядка 1-3 мм.рт.ст.), либо имело суммирующее с техногенным, своего рода синергетическое, воздействие на режим и интенсивность излива пластовых насыщенных рассолов.

2. Начало каждого выделенного периода, как правило, сопровождалось незначительным ростом или понижением атмосферного давления. Средняя ступень изменения давления составляет 1-3 мм. рт. ст. Максимальные значения 11,7 мм. рт. ст.

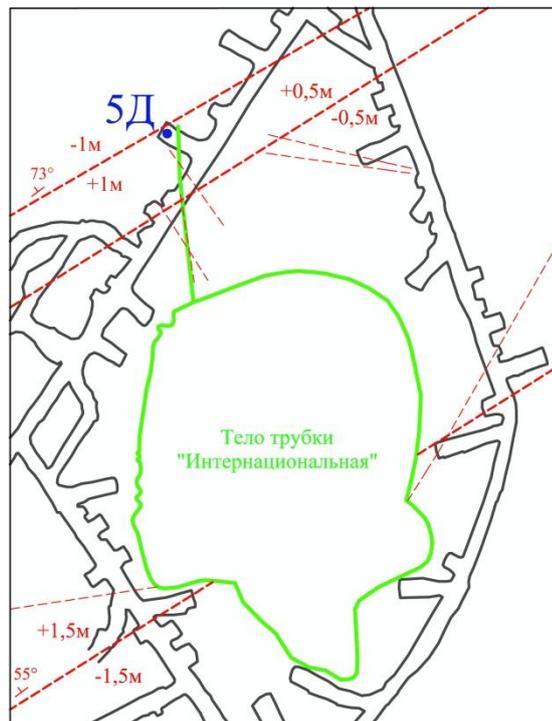
3. Среднее значение атмосферного давления в периоды фиксации излива выше аналогичного значения, характеризующего «сухие» периоды на 1 - 5 мм. рт. ст.

4. Началу уменьшения или увеличения интенсивности излива пластовых вод предшествовало изменение атмосферного давления, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения, что в свою очередь, позволяет говорить о том, что резкие, скачкообразные перепады атмосферного давления влияли на фильтрацию пластовых рассолов по трещинным коллекторам, в имеющихся иммобилизованных, илизионных структурах, где местом разгрузки выступали ствол опытной скважины 3Д, а областью обеспеченного питания вся сформированная под воздействием структурно-тектонического и литолого-фациального факторов «линза-микрозалежь».

5. Продолжительность периода отсутствия излива пластовых вод из скважины 3Д составило 521 день (с 24.06.15 – 21.11.17 гг). 22.11.2017 г на данной скважине во время проведения режимных работ был отмечен излив пластовых вод. Продолжительность излива составила 15 дней (28.11.17-13.12.17 гг). Средний дебит излива пластовых вод составил 0,011 м³/час. Объём самоизлившихся рассолов за указанный период (28.11.17-13.12.17 гг) составил 4,0 м³.

Режим и интенсивность самоизлива насыщенных природных рассолов по скважине 5Д

Скважина 5Д расположена на участке сложного структурно-геологического строения, определяемого тектонической зоной проявленной в виде кимберлитовых жил, ступенчатых сбросов и флексурным перегибом слоёв вмещающих пород. На 8 метров южнее от осевой части оперяющего субширотного разлома, сбросового характера, с амплитудой смещения +1,0/-1,0 м, на 16 метров севернее осевой части оперяющего субширотного разлома, сбросового характера, амплитудой смещения +0,5/-0,5 м, в 50 метрах севернее тела трубки «Интернациональная». В непосредственной близости (менее 2 метров), от оси субмеридионального подчинённого оперяющего разлома, выполненного кимберлитовой жилой (рис. 7.7). Натурные наблюдения по данной скважине проводились с момента её сооружения, т.е. в период с сентября 2014 по декабрь 2016 гг. Всего за период наблюдений по данной скважине было отмечено 14 периодов самоизлива. Суммарная продолжительность которых составила 321 день. Объём самоизлившихся рассолов составил 1187 м³. [Янников, 2018].



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- | | | | |
|-----------|------------------------------------------------|------------|------------------------------|
| 5Д | - расположение устья и номера опытной скважины | 55° | - элементы залегания разлома |
| | - оперяющие разломы крупные | +1,5м | - величина сброса/взброса |
| | - оперяющие разломы малые | -1,5м | |
| | - подземные горные выработки | | |

Рис. 7.7 Расположение опытной скважины №5Д на горизонте -790 м относительно тела трубки «Интернациональная» и выделенных в процессе работ оперяющих разломов (составлена по материалам МСШСТ и Мирнинской ГРЭ)

Первый период с 22.09.2014 по 21.10.2014. Дебит самоизлива в начале составлял 0,08 м³/час, с последующим планомерным понижением до 0,02 м³/час. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 717,1 мм. рт. ст. до 736,1 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 19 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728,8 мм. рт. ст.

С 22.10.2014 по 09.11.2014 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 716,8 мм. рт. ст. до 739,0 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 22,2 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 725,8 мм. рт. ст. На окончание данного периода 09.11.2014 атмосферное давление составляло 726,0 мм. рт. ст.

Второй период с 10.11.2014 по 23.11.2014. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,01 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 720,1 мм. рт. ст. до 736,4 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 16,3 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728,2 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (10.11.2014) атмосферное давление составляло 736,4 мм. рт. ст.

С 24.11.2014 по 02.12.2014 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 710,1 мм. рт. ст. до 745,1 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 35,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 732,7 мм. рт. ст. На окончание данного периода 02.12.2014 атмосферное давление составляло 745,1 мм. рт. ст.

Третий период с 03.12.2014 по 08.12.2014. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,02 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 735,1 мм. рт. ст. до 747,5 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 12,4 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 742,0 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (03.12.2014) атмосферное давление составляло 746,9 мм. рт. ст.

С 09.12.2014 по 12.01.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 714,9 мм. рт. ст. до 738,3 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 23,4 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 730,8 мм. рт. ст. На окончание данного периода 12.01.2015 атмосферное давление составляло 733,6 мм. рт. ст.

Четвертый период с 13.01.2015 по 26.02.2015. Дебит самоизлива в начале составлял $0,05 \text{ м}^3/\text{час}$, с последующим планомерным понижением до $0,02 \text{ м}^3/\text{час}$. Атмосферное давление в течении этого периода изменялось от 719,8 мм. рт. ст до 745,7 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 30,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 730,4 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (13.01.2015) атмосферное давление составляло 743,2 мм.рт.ст.

С 27.02.2015 по 11.03.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 720,8 мм. рт. ст до 737,2 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 16,4 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 731,4 мм. рт. ст. На окончание данного периода 11.03.2015 атмосферное давление составляло 737,2 мм. рт. ст.

Пятый период с 12.03.2015 по 02.07.2015. За этот период дебит изменялся скачкообразно, а именно:

- 12.03.-06.04. дебит самоизлива составлял $0,015 \text{ м}^3/\text{час}$;
- 07.04.-19.04. – $0,02 \text{ м}^3/\text{час}$;
- 20.04.-05.05. – $0,015 \text{ м}^3/\text{час}$;
- 06.05.-19.05. – $0,01 \text{ м}^3/\text{час}$;
- 20.05.-02.07. дебит был неизменен и составлял $0,015 \text{ м}^3/\text{час}$.

Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 716,0 мм. рт. ст до 741,0 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 25,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 726,3 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (12.03.2015) атмосферное давление составляло 731,8 мм.рт.ст.

С 03.07.2015 по 13.08.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 718,0 мм. рт. ст до 732,9 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 14,9 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 724,8 мм. рт. ст. На окончание данного периода 13.08.2015 атмосферное давление составляло 722,8 мм. рт. ст.

Шестой период с 14.08.2015 по 20.08.2015. Дебит самоизлива в начале составлял $0,2 \text{ м}^3/\text{час}$, с последующим планомерным понижением до $0,1 \text{ м}^3/\text{час}$. Атмосферное давление в течении этого периода изменялось от 723,0 мм. рт. ст до 730,4 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 7,4 мм. рт. ст. Среднее

значение атмосферного давления за этот период составило 727,2 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (14.08.2015) атмосферное давление составляло 724,6 мм.рт.ст.

С 21.08.2015 по 08.09.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 722,2 мм. рт. ст до 737,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 15,4 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 730,7 мм. рт. ст. На окончание данного периода 08.09.2015 атмосферное давление составляло 729,6 мм. рт. ст.

Седьмой период связан с фиксацией кратковременного излива 09.09.2015. Дебит самоизлива составил 0,185 м³/час. Атмосферное давление на 09.09.2015 составляло 732,0 мм. рт. ст.

С 10.09.2015 по 04.10.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 712,8 мм. рт. ст до 741,1 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 28,3 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 729,7 мм. рт. ст. На окончание данного периода 04.10.2015 атмосферное давление составляло 725,5 мм. рт. ст.

Восьмой период с 05.10.2015 по 11.10.2015. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,127 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 720,1 мм. рт. ст до 738,0 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 17,9 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 730,5 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (05.10.2015) атмосферное давление составляло 720,1 мм.рт.ст.

С 12.10.2015 по 25.10.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 724,4 мм. рт. ст до 735,3 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 10,9 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728,6 мм. рт. ст. На окончание данного периода 25.10.2015 атмосферное давление составляло 727,1 мм. рт. ст.

Девятый период с 26.10.2015 по 01.11.2015. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,092 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 723,1 мм. рт. ст до 734,8 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 11,7 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 729,3 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (26.10.2015) атмосферное давление составляло 730,3 мм.рт.ст.

С 02.11.2015 по 30.11.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 718,0 мм. рт. ст до 750,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 32,6 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 736,0 мм. рт. ст. На окончание данного периода 30.11.2015 атмосферное давление составляло 724,0 мм. рт. ст.

Десятый период с 01.12.2015 по 12.01.2016. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,15 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 719,5 мм. рт. ст до 740,5 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 21,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 730,9 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (01.12.2015) атмосферное давление составляло 725,1 мм.рт.ст.

С 13.01.2016 по 15.01.2016 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 735,8 мм. рт. ст до 747,0 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 11,2 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 740,7 мм. рт. ст. На окончание данного периода 15.01.2016 атмосферное давление составляло 747,0 мм. рт. ст.

Одиннадцатый период с 16.01.2016 по 18.02.2016. За этот период дебит изменялся скачкообразно, а именно:

- 16.01.-20.01. дебит самоизлива составлял 1,2 м³/час;
- 21.01.-26.01. – 0,2 м³/час;
- 27.01.-03.02. – 0,87 м³/час;
- 04.02.-10.02. – 1,5 м³/час;
- 11.02.-18.02. – 1,3 м³/час.

Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 721,6 мм. рт. ст до 752,2 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 30,6 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 733,1 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (16.01.2016) атмосферное давление составляло 746,0 мм.рт.ст.

С 19.02.2016 по 09.03.2016 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 719,7 мм. рт. ст до 741,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 21,9 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного

давления за этот период составило 733,5 мм. рт. ст. На окончание данного периода 09.03.2016 атмосферное давление составляло 731,8 мм. рт. ст.

Двенадцатый период с 10.03.2016 по 13.03.2016. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,1 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 720,4 мм. рт. ст до 731,5 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 11,1 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 726,6 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (10.03.2016) атмосферное давление составляло 724,1 мм.рт.ст.

С 14.03.2016 по 20.04.2016 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 712,1 мм. рт. ст до 745,3 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 33,2 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 727,9 мм. рт. ст. На окончание данного периода 20.04.2016 атмосферное давление составляло 712,1 мм. рт. ст.

Тринадцатый период с 21.04.2016 по 25.04.2016. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,01 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 729,8 мм. рт. ст до 740,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 10,8 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 734,8 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (21.04.2016) атмосферное давление составляло 729,8 мм.рт.ст.

С 26.04.2016 по 12.05.2016 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 715,0 мм. рт. ст до 740,9 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 25,9 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 723,9 мм. рт. ст. На окончание данного периода 12.05.2016 атмосферное давление составляло 722,9 мм. рт. ст.

Четырнадцатый период с 13.05.2016 по 18.05.2016. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,01 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 723,8 мм. рт. ст до 730,8 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 7,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 726,7 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (13.05.2016) атмосферное давление составляло 723,8 мм.рт.ст.

С 19.05.2016 по 31.12.2016 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 712,9 мм. рт. ст до 750,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления

между экстремальными значениями составило 37,7 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 729,9 мм. рт. ст.

Данные, полученные во время натуральных наблюдений, по скважине 5Д за 2014-2016 гг приведены в таблице 7.4

Таблица 7.4

Периоды самоизлива пластовых вод по скважине 5Д

№	название периода	начало	окончание	Р _{на начало}	Р _{по окончанию}	Р _{среднее}
				давление в мм. рт. ст.		
1	2	3	4	5	6	9
1	первый	22.09.14	21.10.14	725,8	728,5	728,5
2	«сухой»	22.10.14	09.11.14	716,8	726,0	725,8
3	второй	10.11.14	23.11.14	736,4	720,1	728,2
4	«сухой»	24.11.14	02.12.14	718,9	745,1	732,7
5	третий	03.12.14	08.12.14	746,9	735,1	742,0
6	«сухой»	09.12.14	12.01.15	738,2	733,6	730,8
7	четвертый	13.01.15	26.02.15	743,2	726,9	730,1
8	«сухой»	27.02.15	11.03.15	725,5	737,2	731,4
9	пятый	12.03.15	02.07.15	731,8	729,4	725,3
10	«сухой»	03.07.15	13.08.15	725,7	722,8	724,8
11	шестой	14.08.15	20.08.15	724,6	728,6	727,2
12	«сухой»	21.08.15	08.09.15	722,7	729,6	730,7
13	седьмой	09.09.15	09.09.15	732,0	732,0	732,0
14	«сухой»	10.09.15	04.10.15	732,7	725,5	729,7
15	восьмой	05.10.15	11.10.15	720,1	737,2	729,0
16	«сухой»	12.10.15	25.10.15	735,3	727,1	728,6
17	девятый	26.10.15	01.11.15	730,3	712,9	726,9
18	«сухой»	02.11.15	30.11.15	718,0	724,0	736,0
19	десятый	01.12.15	12.01.16	725,1	736,6	730,9
20	«сухой»	13.01.16	15.01.16	735,8	747,0	740,7
21	одиннадцатый	16.01.16	18.02.16	746,0	729,4	733,1
22	«сухой»	19.02.16	09.03.16	737,5	731,8	733,5
23	двенадцатый	10.03.16	13.03.16	724,1	731,5	726,6
24	«сухой»	14.03.16	20.04.16	728,9	712,1	727,9
25	тринадцатый	21.04.16	25.04.16	729,8	740,6	734,8
26	«сухой»	26.04.16	12.05.16	740,9	722,9	723,9
27	четырнадцатый	13.05.16	18.05.16	723,8	730,8	722,1
28	«сухой»	19.05.16	31.12.16	733,0	730,7	729,9

Сопоставление полученных расходов излива природных рассолов по скважине №5Д и барометрического давления за весь период исследований приведено на рис. 7.8.

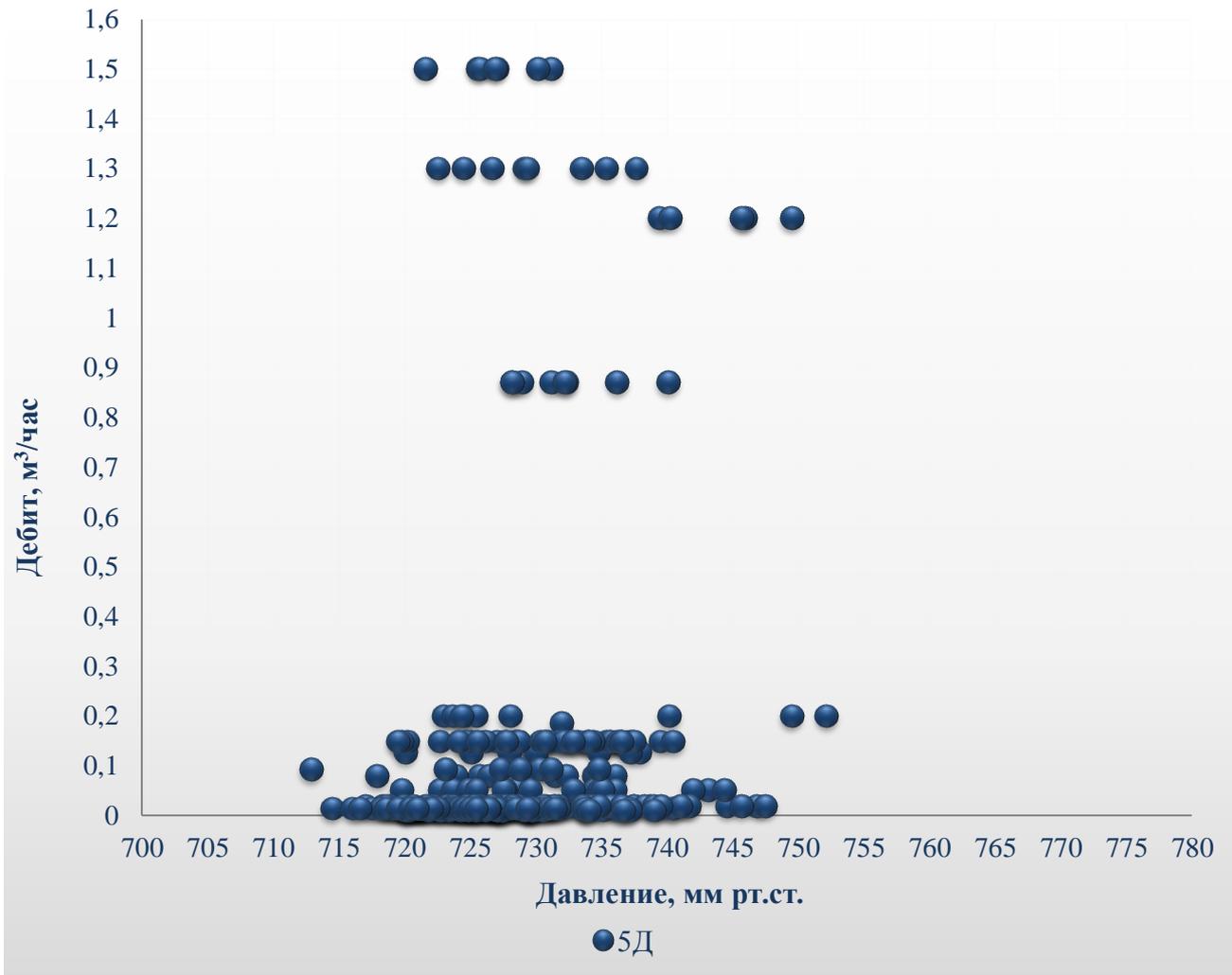


Рис. 7.8 Прослеживание изменения дебита (расхода) излива пластовых рассолов по скважине №5Д и барометрического давления

Анализируя полученные за период исследования данные по скважине 5Д, необходимо отметить, что можно выделить следующие факты воздействия изменения атмосферного давления на режим и интенсивность излива:

1. Шесть периодов (из четырнадцати) самоизлива пластовых вод (42%) – первый, второй, третий, шестой, седьмой и четырнадцатый произошли в период отсутствия буровзрывных работ. Началу первого периода предшествовало падение барометрического давления на 11,7 мм. рт. ст. Начало второго периода совпало с ростом – на 10,4 мм.рт.ст. Начало третьего, шестого, седьмого и четырнадцатого периодов не совпадало со сколь-либо значимым изменением барометрического давления (степень изменения составляла порядка 1 - 3 мм.рт.ст). По всей видимости, данные периоды связаны с перераспределением пластовых рассолов, после предыдущих воздействий. Необходимо отметить, что в остальных 8 периодах излива, изменение давления либо не оказывало значимого воздействия в виду невысоких ступеней изменения (порядка 1-3 мм.рт.ст.), либо имело суммирующее с техногенным, своего

рода синергетическое, воздействие на режим и интенсивность излива пластовых насыщенных рассолов.

2. Начало каждого выделенного периода, как правило, сопровождалось незначительным ростом или понижением атмосферного давления. Средняя степень изменения давления составляет 1-3 мм. рт. ст. Максимальные значения 11,7 - 18,7 мм. рт. ст.

3. Среднее значение атмосферного давления в периоды фиксации излива выше аналогичного значения, характеризующего «сухие» периоды на 1 - 5 мм. рт. ст.

4. Началу уменьшения или увеличения интенсивности излива пластовых вод предшествовало изменение атмосферного давления, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения, что в свою очередь, позволяет говорить о том, что резкие, скачкообразные перепады атмосферного давления влияли на фильтрацию пластовых рассолов по трещинным коллекторам, в имеющихся иммобилизованных, илизионных структурах, где местом разгрузки выступали ствол опытной скважины 5Д, а областью обеспеченного питания вся сформированная под воздействием структурно-тектонического и литолого-фациального факторов «линза-микрозалежь».

5. В течении всего 2017 года самоизлива пластовых вод по данной скважине зафиксировано не было.

Режим и интенсивность самоизлива насыщенных природных рассолов по скважине 6Д'

Скважина 6Д' расположена в 14 метрах севернее от осевой части оперяющего разлома, сбросового характера, с амплитудой смещения +1,0/-1,0 м, в 82 метрах севернее тела трубки «Интернациональная» (рис. 7.9). Натурные наблюдения по данной скважине проводились с момента её сооружения, т.е. в период с мая 2014 по декабрь 2016 гг. Всего за период наблюдений по данной скважине было отмечено 10 периодов самоизлива. Суммарная продолжительность которых составила 64 дня. Объем самоизлившихся рассолов составил 26 м³ [Янников, 2018].



Рис. 7.9 Расположение опытной скважины №6Д' на горизонте -790 м относительно тела трубки «Интернациональная» и выделенных в процессе работ оперяющих разломов (составлена по материалам МСШСТ и Мирнинской ГРЭ)

Первый период с 05.05.2014 по 06.05.2014. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,1 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 728,9 мм. рт. ст. до 732,9 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 4,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 730,9 мм. рт. ст.

С 07.05.2014 по 11.05.2014 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 718,3 мм. рт. ст до 730,4 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 12,1 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 724,5 мм. рт. ст. На окончание данного периода 11.05.2014 атмосферное давление составляло 719,3 мм. рт. ст.

Второй период с 12.05.2014 по 19.05.2014. Дебит самоизлива в начале составлял 0,04 м³/час, с последующим планомерным понижением до 0,02 м³/час. Атмосферное давление в течении этого периода изменялось от 722,2 мм. рт. ст до 734,0 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 11,8 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 729,5 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (12.05.2014) атмосферное давление составляло 731,0 мм.рт.ст.

С 20.05.2014 по 14.07.2014 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 714,4 мм. рт. ст до 733,3 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 18,9 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 724,8 мм. рт. ст. На окончание данного периода 14.07.2014 атмосферное давление составляло 724,5 мм. рт. ст.

Третий период с 15.07.2014 по 17.07.2014. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,01 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 721,4 мм. рт. ст до 723,4 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 2,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 722,5 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (15.07.2014) атмосферное давление составляло 723,4 мм.рт.ст.

С 18.07.2014 по 12.08.2014 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 719,8 мм. рт. ст до 727,9 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 8,1 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 723,1 мм. рт. ст. На окончание данного периода 12.08.2014 атмосферное давление составляло 722,4 мм. рт. ст.

Четвертый период с 13.08.2014 по 08.09.2014. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,01 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 717,8 мм. рт. ст до 735,5 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 17,7 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот

период составило 726,8 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (13.08.2014) атмосферное давление составляло 730,8 мм.рт.ст.

С 09.09.2014 по 10.11.2014 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 715,0 мм. рт. ст до 739,0 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 24,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 727,2 мм. рт. ст. На окончание данного периода 10.11.2014 атмосферное давление составляло 726,0 мм. рт. ст.

Пятый период с 11.11.2014 по 23.11.2014. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,01 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 720,1 мм. рт. ст до 736,4 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 16,3 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728,2 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (11.11.2014) атмосферное давление составляло 736,4 мм.рт.ст.

С 24.11.2014 по 26.02.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 710,1 мм. рт. ст до 747,5 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 37,4 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 731,4 мм. рт. ст. На окончание данного периода 26.02.2015 атмосферное давление составляло 726,9 мм. рт. ст.

Шестой период с 27.02.2015 по 28.02.2015. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,05 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 725,1 мм. рт. ст до 725,5 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 0,4 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 725,3 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (27.02.2015) атмосферное давление составляло 725,5 мм.рт.ст.

С 01.03.2015 по 18.04.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 710,0 мм. рт. ст до 740,5 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 30,5 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 727,9 мм. рт. ст. На окончание данного периода 18.04.2015 атмосферное давление составляло 730,6 мм. рт. ст.

Седьмой период с 19.04.2015 по 21.04.2015. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,01 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 720,1 мм. рт. ст до 734,8 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными

значениями составило 14,7 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728,0 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (19.04.2015) атмосферное давление составляло 734,8 мм.рт.ст.

С 22.04.2015 по 01.07.2015 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 710,2 мм. рт. ст до 739,0 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 28,8 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 724,4 мм. рт. ст. На окончание данного периода 01.07.2015 атмосферное давление составляло 721,0 мм. рт. ст.

Восьмой период с 02.07.2015 по 04.07.2015. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,01 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 723,2 мм. рт. ст до 729,4 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 6,2 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 726,1 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (02.07.2015) атмосферное давление составляло 729,4 мм.рт.ст.

С 05.07.2015 по 24.09.2015 отмечался «сухой» период, в течение которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 712,8 мм. рт. ст до 737,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 24,8 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 726,9 мм. рт. ст. На окончание данного периода 24.09.2015 атмосферное давление составляло 736,7 мм. рт. ст.

Девятый период с 25.09.2015 по 26.09.2015. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,02 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 736,6 мм. рт. ст до 739,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 3,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 738,1 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (25.09.2015) атмосферное давление составляло 736,6 мм.рт.ст.

С 27.09.2015 по 10.02.2016 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 712,9 мм. рт. ст до 752,2 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 39,3 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 729,2 мм. рт. ст. На окончание данного периода 10.02.2016 атмосферное давление составляло 726,9 мм. рт. ст.

Десятый период связан с фиксацией кратковременного излива 11.02.2016. Дебит самоизлива составил 0,01 м³/час. Атмосферное давление на 11.02.2016 составляло 733,5 мм. рт. ст.

С 12.02.2016 по 31.12.2016 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 709,8 мм. рт. ст до 750,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 40,8 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 729,5 мм. рт. ст.

Данные, полученные во время натуральных наблюдений, по скважине 6Д' за 2014-2016 гг приведены в таблице 7.5.

Таблица 7.5

Периоды самоизлива пластовых вод по скважине 6Д'

№	название периода	начало	окончание	Р _{на начало}	Р _{по окончании}	Р _{среднее}
				давление в мм. рт. ст.		
1	2	3	4	5	6	9
1	первый	05.05.14	06.05.14	732,9	728,9	730,9
2	«сухой»	07.05.14	11.05.14	729,4	719,3	724,5
3	второй	12.05.14	19.05.14	731,0	728,6	729,5
4	«сухой»	20.05.14	14.07.14	721,6	724,5	724,8
5	третий	15.07.14	17.07.14	723,4	721,4	722,5
6	«сухой»	18.07.14	12.08.14	720,7	722,4	723,1
7	четвертый	13.08.14	08.09.14	730,8	733,6	726,8
8	«сухой»	09.09.14	10.11.14	722,3	726,0	727,2
9	пятый	11.11.14	23.11.14	736,4	720,1	728,2
10	«сухой»	24.11.14	26.02.15	718,9	726,9	731,4
11	шестой	27.02.15	28.02.15	725,5	725,1	725,3
12	«сухой»	01.03.15	18.04.15	730,3	730,6	727,9
13	седьмой	19.04.15	21.04.15	734,8	720,1	728,0
14	«сухой»	22.04.15	01.07.15	722,5	721,0	724,4
15	восьмой	02.07.15	04.07.15	729,4	723,2	726,1
16	«сухой»	05.07.15	24.09.15	719,6	736,7	726,9
17	девятый	25.09.15	26.09.15	736,6	739,6	738,1
18	«сухой»	27.09.15	10.02.16	741,1	726,9	729,2
19	десятый	11.02.16	11.02.16	733,5	733,5	733,5
20	«сухой»	12.02.16	31.12.16	737,7	730,7	729,5

Сопоставление полученных расходов излива природных рассолов по скважине №6Д' и барометрического давления за весь период исследований приведено на рис. 7.10.

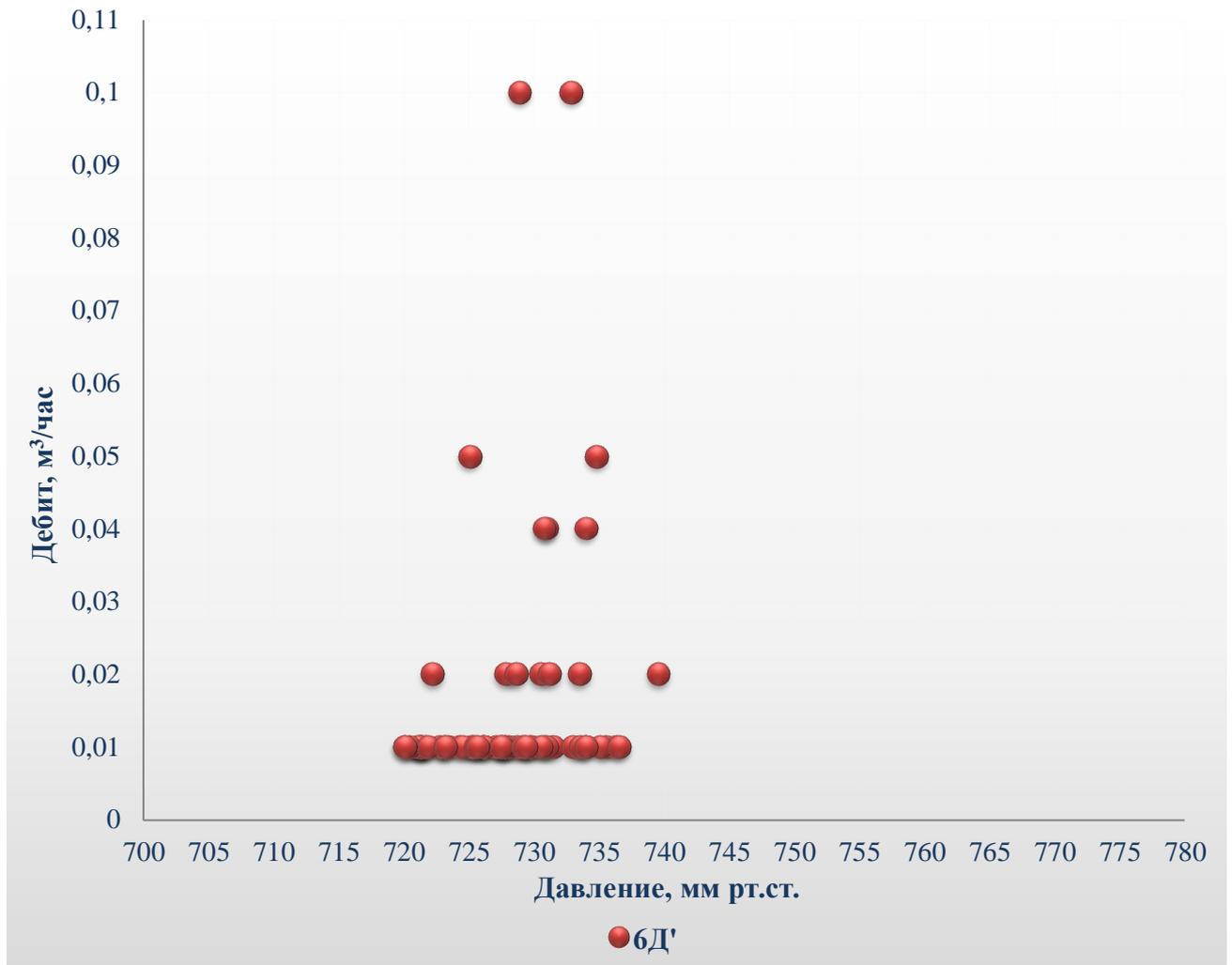


Рис. 7.10 Прослеживание изменения дебита (расхода) излива пластовых рассолов по скважине №6Д' и барометрического давления

Анализируя полученные за период исследования данные по скважине 6Д', необходимо отметить, что можно выделить следующие факты воздействия изменения атмосферного давления на режим и интенсивность излива:

1. Только три периода (из десяти) самоизлива пластовых вод (30%) – третий, четвертый и пятый произошли в период отсутствия буро-взрывных работ. Началу третьего периода не совпало со сколь-либо значимым изменением барометрического давления (степень изменения составляла порядка 1 мм.рт.ст). По всей видимости, данный период связан с перераспределением пластовых рассолов, после предыдущих воздействий. Четвертому периоду предшествовал росте барометрического давления на 8,4 мм. рт. ст. Начало пятого периода также совпало с ростом – на 10,4 мм.рт.ст. Необходимо отметить, что в остальных 7 периодах излива, изменение давления либо не оказывало значимого воздействия в виду невысоких ступеней изменения (порядка 1-3 мм.рт.ст.), либо имело суммирующее с техногенным, своего рода синергетическое, воздействие на режим и интенсивность излива пластовых насыщенных рассолов.

2. Начало каждого выделенного периода, как правило, сопровождалось незначительным ростом или понижением атмосферного давления. Средняя ступень изменения давления составляет 2-5 мм. рт. ст. Максимальные значения до 11,7 мм. рт. ст.

3. Среднее значение атмосферного давления в периоды фиксации излива выше аналогичного значения, характеризующего «сухие» периоды на 1 - 5 мм. рт. ст.

4. Началу уменьшения или увеличения интенсивности излива пластовых вод предшествовало изменение атмосферного давления, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения, что в свою очередь, позволяет говорить о том, что резкие, скачкообразные перепады атмосферного давления влияли на фильтрацию пластовых рассолов по трещинным коллекторам, в имеющихся иммобилизованных, илизионных структурах, где местом разгрузки выступали ствол опытной скважины 6Д', а областью обеспеченного питания вся сформированная под воздействием структурно-тектонического и литолого-фациального факторов «линза-микрозалежь».

5. В течении всего 2017 года самоизлива пластовых вод по данной скважине зафиксировано не было.

Режим и интенсивность самоизлива насыщенных природных рассолов по скважине 7Д

Скважина 7Д расположена на участке сложного структурно-геологического строения, определяемого тектонической зоной проявленной в виде вторичных оперяющих разломов и флексурным перегибом слоёв вмещающих пород. На 20 метров южнее от осевой части оперяющего субширотного разлома, сбросового характера, амплитудой смещения +0,5/-0,5 м, в 42 метрах северо-восточнее тела трубки «Интернациональная». В непосредственной близости (менее 2 метров), между осями двух, сближенных субширотных подчинённых оперяющих разломов (рис. 7.11). Натурные наблюдения по данной скважине проводились с момента её сооружения, т.е. в период с января 2014 по декабрь 2016 гг. Всего за период наблюдений по данной скважине был отмечен 21 период самоизлива. Суммарная продолжительность которых составила 266 дней. Объём самоизлившихся рассолов составил 728 м³ [Янников, 2018].



Рис. 7.11 Расположение опытной скважины №7Д на горизонте -790 м относительно тела трубки «Интернациональная» и выделенных в процессе работ оперяющих разломов (составлена по материалам МСШСТ и Мирнинской ГРЭ)

Первый период с 01.01.2014 по 24.01.2014. На данном этапе произошло вскрытие водонасыщенных коллекторов толбачанской и эльгянской свит. Дебит самоизлива составил

0,5 м³/час. Атмосферное давление в течении этого периода изменялось от 720,4 мм. рт. ст до 741,2 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 20,8 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 732 мм. рт. ст.

Затем с 25.01.2014 по 17.02.2014 - «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не наблюдалось. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 716,0 мм. рт. ст до 740,1 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 24,1 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 729 мм. рт. ст. На окончание данного периода 17.02.2014 атмосферное давление составляло 740,7 мм. рт. ст.

Второй период фиксации самоизлива пластовых вод наблюдался в период с 18.02.2014 по 01.03.2014. Дебит самоизлива составлял 0,1 м³/час. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 719,2 мм. рт. ст. до 739,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 20,4 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 733 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (18.02.2014) атмосферное давление составляло 734,7 мм.рт.ст.

Затем с 02.03.2014 по 01.04.2014 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 715,6 мм. рт. ст до 739,1 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 23,5 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 729 мм. рт. ст. На окончание данного периода 01.04.2014 атмосферное давление составляло 739,1 мм. рт. ст.

Третий период фиксации самоизлива пластовых вод наблюдался в период с 02.04.2014 по 03.05.2014. Дебит самоизлива в начале составлял 0,085 м³/час, в последующем (с 21.04.2014) понизился до 0,03 м³/час. Атмосферное давление в течении этого периода изменялось от 719,4 мм. рт. ст до 736,5 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 17,1 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728,4 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (02.04.2014) атмосферное давление составляло 732 мм.рт.ст.

Затем с 04.05.2014 по 11.05.2014 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 718,3 мм. рт. ст до 732,9 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 14,6 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 729 мм. рт. ст. На окончание данного периода 11.05.2014 атмосферное давление составляло 719,3 мм. рт. ст.

Четвёртый период фиксации самоизлива пластовых вод наблюдался в период с 12.05.2014 по 20.05.2014. Дебит самоизлива в начале составлял $0,066 \text{ м}^3/\text{час}$, в последующем (с 15.05.2014) понизился до $0,03 \text{ м}^3/\text{час}$. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 721,6 мм. рт. ст до 734,0 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 12,4 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 730 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (12.05.2014) атмосферное давление составляло 731 мм.рт.ст.

С 21.05.2014 по 09.06.2014 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 714,4 мм. рт. ст до 732,1 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 17,7 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 723 мм. рт. ст. На окончание данного периода 09.06.2014 атмосферное давление составляло 732,1 мм. рт. ст.

Пятый период фиксации самоизлива пластовых вод наблюдался в период с 10.06.2014 по 09.07.2014. Дебит самоизлива в начале составлял $0,03 \text{ м}^3/\text{час}$, в последующем он два раза повышался первый – с 26.06.2014 до $0,04 \text{ м}^3/\text{час}$; второй – с 01.07.2014 до $0,05 \text{ м}^3/\text{час}$. 04.07.2014 произошло уменьшение дебита до $0,03 \text{ м}^3/\text{час}$ в последующем, до конца выделенного периода, дебит самоизлива не менялся. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 717,8 мм. рт. ст до 733,9 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 16,1 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 726 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (10.06.2014) атмосферное давление составляло 729 мм.рт.ст.

С 10.07.2014 по 14.07.2014 отмечался кратковременный «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 725,8 мм. рт. ст до 727,7 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 1,9 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 726,0 мм. рт. ст. На окончание данного периода 14.07.2014 атмосферное давление составляло 724,5 мм. рт. ст.

Шестой период фиксации самоизлива пластовых вод наблюдался в период с 15.07.2014 по 20.07.2014. Дебит самоизлива составлял $0,02 \text{ м}^3/\text{час}$. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 720,1 мм. рт. ст до 725,1 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 5,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 722,0 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (15.07.2014) атмосферное давление составляло 723 мм.рт.ст.

С 21.07.2014 по 25.07.2014 отмечался «сухой» кратковременный период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 722,2 мм. рт. ст до 727,1 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 4,9 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 725 мм. рт. ст. На окончание данного периода 25.07.2014 атмосферное давление составляло 724,3 мм. рт. ст.

Седьмой период фиксации самоизлива пластовых вод наблюдался в период с 26.07.2014 по 28.07.2014. Дебит самоизлива составлял 0,04 м³/час. Атмосферное давление в течении этого периода изменялось от 720,9 мм. рт. ст до 722,9 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 2,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 721,0 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (26.07.2014) атмосферное давление составляло 721 мм.рт.ст.

С 29.07.2014 по 12.08.2014 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 719,8 мм. рт. ст до 727,9 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 8.1 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 724 мм. рт. ст. На окончание данного периода 12.08.2014 атмосферное давление составляло 722,4 мм. рт. ст.

Восьмой период фиксации самоизлива пластовых вод наблюдался в период с 13.08.2014 по 24.09.2014. Дебит самоизлива в начале составлял 0,04 м³/час, в последующем он два раза понижался первый – с 01.09.2014 до 0,03 м³/час; второй – с 13.09.2014 до 0,02 м³/час. 21.09.2014 произошло увеличение дебита до 0,03 м³/час в последующем, до конца выделенного периода, дебит самоизлива не менялся. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 717,8 мм. рт. ст до 735,5 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 17,7 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 727 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (13.08.2014) атмосферное давление составляло 730,8 мм.рт.ст.

С 25.09.2014 по 30.09.2014 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 717,9 мм. рт. ст до 736,1 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 18.2 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 730 мм. рт. ст. На окончание данного периода 30.09.2014 атмосферное давление составляло 732,3 мм. рт. ст.

Девятый период фиксации самоизлива пластовых вод наблюдался в период с 01.10.2014 по 10.10.2014. Дебит самоизлива в начале составлял 0,02 м³/час, в последующем с

07.10.2017 он понизился до $0,01 \text{ м}^3/\text{час}$ и до конца выделенного периода не менялся. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 730,8 мм. рт. ст до 736,1 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 5,3 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 733 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (01.10.2014) атмосферное давление составляло 734,6 мм.рт.ст.

С 11.10.2014 по 02.12.2014 отмечался «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не возникало. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 715,0 мм. рт. ст до 745,1 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 30,1 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 727 мм. рт. ст. На окончание данного периода 02.12.2014 атмосферное давление составляло 745,0 мм. рт. ст.

Десятый период (и последний из зафиксированных в 2014 году) самоизлива пластовых вод наблюдался в период с 03.12.2014 по 08.12.2014. Дебит самоизлива составлял $0,01 \text{ м}^3/\text{час}$ и до конца выделенного периода не менялся. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 735,1 мм. рт. ст до 747,5 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 12,4 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 742 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (03.12.2014) атмосферное давление составляло 747,0 мм.рт.ст.

С 09.12.2014 по 12.01.2015 самоизлива пластовых вод не наблюдалось. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 722,9 мм. рт. ст до 738,2 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 15,3 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 731 мм. рт. ст. На окончание данного периода 12.01.2015 атмосферное давление составляло 733,6 мм. рт. ст.

Одиннадцатый период с 13.01.2015 по 29.01.2015. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял $0,05 \text{ м}^3/\text{час}$. Атмосферное давление изменялось от 723,7 мм. рт. ст до 744,4 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 20,7 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 730,8 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (13.01.2015) атмосферное давление составляло 743,2 мм.рт.ст.

С 30.01.2015 по 16.08.2015 самоизлива пластовых вод не наблюдалось. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 710,0 мм. рт. ст до 745,7 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 15,3 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 726,2 мм. рт. ст. На окончание данного периода 16.08.2015 атмосферное давление составляло 725,5 мм. рт. ст.

Двенадцатый период с 17.08.2015 по 22.08.2015. За этот период дебит изменялся скачкообразно, а именно:

- 17.08.-20.08. дебит самоизлива не изменялся и составлял $0,02 \text{ м}^3/\text{час}$;
- 21.08. – $0,1 \text{ м}^3/\text{час}$;
- 22.08. – $0,28 \text{ м}^3/\text{час}$;

Атмосферное давление изменялось от 722,3 мм. рт. ст до 730,4 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 8,1 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 727,1 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (17.08.2015) атмосферное давление составляло 730,1 мм.рт.ст.

С 23.08.2015 по 26.08.2015 самоизлива пластовых вод не наблюдалось. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 722,2 мм. рт. ст до 733,2 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 11,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 727,5 мм. рт. ст. На окончание данного периода 26.08.2015 атмосферное давление составляло 728,2 мм. рт. ст.

Тринадцатый период с 27.08.2015 по 28.08.2015. Дебит самоизлива в течение периода увеличивался с $0,08 \text{ м}^3/\text{час}$ 27.08.15 до $0,3 \text{ м}^3/\text{час}$ – 28.08.15. Атмосферное давление изменялось от 731,8 мм. рт. ст до 732,2 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 0,4 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 732,0 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (27.08.2015) атмосферное давление составляло 732,2 мм.рт.ст.

С 29.08.2015 по 31.08.2015 самоизлива пластовых вод не наблюдалось. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 735,6 мм. рт. ст до 737,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 2,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 736,5 мм. рт. ст. На окончание данного периода 31.08.2015 атмосферное давление составляло 735,6 мм. рт. ст.

Четырнадцатый период связан с фиксацией кратковременного излива 01.09.2015. Дебит самоизлива составил $0,32 \text{ м}^3/\text{час}$. Атмосферное давление на 01.09.2015 составляло 731,5 мм. рт. ст.

С 02.09.2015 по 17.09.2015 самоизлива пластовых вод не наблюдалось. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 712,8 мм. рт. ст до 736,8 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 24,0 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728,9 мм. рт. ст. На окончание данного периода 17.09.2015 атмосферное давление составляло 734,8 мм. рт. ст.

Пятнадцатый период связан с фиксацией кратковременного излива 18.09.2015. Дебит самоизлива составил 0,08 м³/час. Атмосферное давление на 18.09.2015 составляло 729,3 мм. рт. ст.

С 19.09.2015 по 21.09.2015 самоизлива пластовых вод не наблюдалось. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 726,7 мм. рт. ст до 730,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 3,9 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728,8 мм. рт. ст. На окончание данного периода 21.09.2015 атмосферное давление составляло 730,6 мм. рт. ст.

Шестнадцатый период связан с фиксацией кратковременного излива 22.09.2015. Дебит самоизлива составил 0,307 м³/час. Атмосферное давление на 22.09.2015 составляло 730,9 мм. рт. ст.

С 23.09.2015 по 04.10.2015 самоизлива пластовых вод не наблюдалось. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 724,5 мм. рт. ст до 741,1 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 16,6 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 732,5 мм. рт. ст. На окончание данного периода 04.10.2015 атмосферное давление составляло 725,5 мм. рт. ст.

Семнадцатый период с 05.10.2015 по 08.11.2015. За этот период дебит изменялся скачкообразно, а именно:

- 05.10.-11.10. дебит самоизлива не изменялся и составлял 0,24 м³/час;
- 12.10.-19.10 – 0,3 м³/час;
- 20.10.-25.10. – 0,1 м³/час;
- 26.10.-01.11. – 0,491 м³/час;
- 02.11.-08.11. – 0,08 м³/час.

Атмосферное давление изменялось от 720,1 мм. рт. ст до 741,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 28,7 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 730,3 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (05.10.2015) атмосферное давление составляло 720,1 мм.рт.ст.

С 09.11.2015 по 19.07.2016 самоизлива пластовых вод не наблюдалось. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 709,8 мм. рт. ст до 752,2 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 42,4 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 730,0 мм. рт. ст. На окончание данного периода 19.07.2016 атмосферное давление составляло 724,9 мм. рт. ст.

Восемнадцатый период с 20.07.2016 по 26.07.2016. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,02 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 725,0 мм. рт. ст до 728,9 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными

значениями составило 3,9 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 726,6 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (20.07.2016) атмосферное давление составляло 725,0 мм.рт.ст.

С 27.07.2016 по 09.08.2016 самоизлива пластовых вод не наблюдалось. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 721,4 мм. рт. ст до 730,8 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 9,4 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 725,0 мм. рт. ст. На окончание данного периода 09.08.2016 атмосферное давление составляло 724,0 мм. рт. ст.

Девятнадцатый период с 10.08.2016 по 19.08.2016. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,01 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 724,5 мм. рт. ст до 738,4 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 13,9 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 730,1 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (10.08.2016) атмосферное давление составляло 727,9 мм.рт.ст.

С 20.08.2016 по 20.10.2016 самоизлива пластовых вод не наблюдалось. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 720,1 мм. рт. ст до 740,5 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 20,4 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 731,7 мм. рт. ст. На окончание данного периода 20.10.2016 атмосферное давление составляло 736,0 мм. рт. ст.

Двадцатый период с 21.10.2016 по 25.10.2016. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,1 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 718,4 мм. рт. ст до 735,8 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 17,4 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 726,2 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (21.10.2016) атмосферное давление составляло 735,8 мм.рт.ст.

С 26.10.2016 по 26.12.2016 самоизлива пластовых вод не наблюдалось. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 712,9 мм. рт. ст до 750,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 37,7 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 732,6 мм. рт. ст. На окончание данного периода 26.12.2016 атмосферное давление составляло 736,3 мм. рт. ст.

Двадцать первый период с 27.12.2016 по 31.12.2016. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,01 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 730,4 мм. рт. ст до 737,2 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 6,8 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период

составило 732,9 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (27.12.2016) атмосферное давление составляло 737,2 мм.рт.ст.

Суммарная продолжительность двадцать первого периода излива пластовых вод из скважины 7Д составило 15 дней (с 27.12.17 – 11.01.17 гг). Затем до апреля 2017 года самоизлива пластовых вод не отмечалось.

Данные, полученные во время натуральных наблюдений, по скважине 7Д за 2014-2016 гг приведены в таблице 7.6.

Таблица 7.6

Периоды самоизлива пластовых вод по скважине 7Д

№	название периода	начало	окончание	Р _{на начало}	Р _{по окончанию}	Р _{среднее}
				давление в мм. рт. ст.		
1	2	3	4	5	6	7
1	первый	01.01.14	24.01.14	727,6	727,0	731,0
2	«сухой»	25.01.14	17.02.14	728,2	740,7	729,0
3	второй	18.02.14	01.03.14	734,7	739,6	733,0
4	«сухой»	02.03.14	01.04.14	738,7	739,1	729,0
5	третий	02.04.14	03.05.14	732,0	729,4	727,0
6	«сухой»	04.05.14	11.05.14	730,9	719,3	729,0
7	четвертый	12.05.14	20.05.14	731,0	721,6	730,0
8	«сухой»	21.05.14	09.06.14	721,6	732,1	723,0
9	пятый	10.06.14	09.07.14	729,1	725,0	726,0
10	«сухой»	10.07.14	14.07.14	725,8	724,5	726,0
11	шестой	15.07.14	20.07.14	723,0	725,1	722,0
12	«сухой»	21.07.14	25.07.14	727,1	724,3	725,0
13	седьмой	26.07.14	28.07.14	721,0	720,9	721,0
14	«сухой»	29.07.14	12.08.14	720,1	722,4	724,0
15	восьмой	13.08.14	24.09.14	730,8	724,0	727,0
16	«сухой»	25.09.14	30.09.14	717,9	732,3	730,0
17	девятый	01.10.14	10.10.14	734,6	732,6	733,0
18	«сухой»	11.10.14	02.12.14	730,3	745,0	727,0
19	десятый	03.12.14	08.12.14	747,0	735,1	742,0
20	«сухой»	09.12.14	12.01.15	738,2	736,1	731,0
21	одиннадцатый	13.01.15	29.01.15	743,2	725,5	729,2
22	«сухой»	30.01.15	16.08.15	723,2	725,5	726,2
23	двенадцатый	17.08.15	22.08.15	730,1	722,3	727,1
24	«сухой»	23.08.15	26.08.15	722,2	728,2	727,5
25	тринадцатый	27.08.15	28.08.15	732,2	731,8	732,0
26	«сухой»	29.08.15	31.08.15	736,4	735,6	736,5
27	четырнадцатый	01.09.15	01.09.15	731,5	731,5	731,5
28	«сухой»	02.09.15	17.09.15	736,8	734,8	728,9
29	пятнадцатый	18.09.15	18.09.15	729,3	729,3	729,3
30	«сухой»	19.09.15	21.09.15	729,0	730,6	728,8
31	шестнадцатый	22.09.15	22.09.15	730,9	730,9	730,9
32	«сухой»	23.09.15	04.10.15	733,6	725,5	732,5
33	семнадцатый	05.10.15	08.11.15	720,1	735,9	729,0
34	«сухой»	09.11.15	19.07.16	735,0	724,9	730,0

продолжение таблицы 7.6

1	2	3	4	5	6	7
35	восемнадцатый	20.07.16	26.07.16	725,0	725,7	726,6
36	«сухой»	27.07.16	09.08.16	722,5	724,0	725,0
37	девятнадцатый	10.08.16	19.08.16	727,9	724,5	730,1
38	«сухой»	20.08.16	20.10.16	723,0	736,0	731,7
39	двадцатый	21.10.16	25.10.16	735,8	723,1	726,2
40	«сухой»	26.10.16	26.12.16	728,3	736,3	732,6
41	двадцать первый	27.12.16	31.12.16	737,2	730,7	732,9

Сопоставление полученных расходов излива природных рассолов по скважине №7Д и барометрического давления за весь период исследований приведено на рис. 7.12.

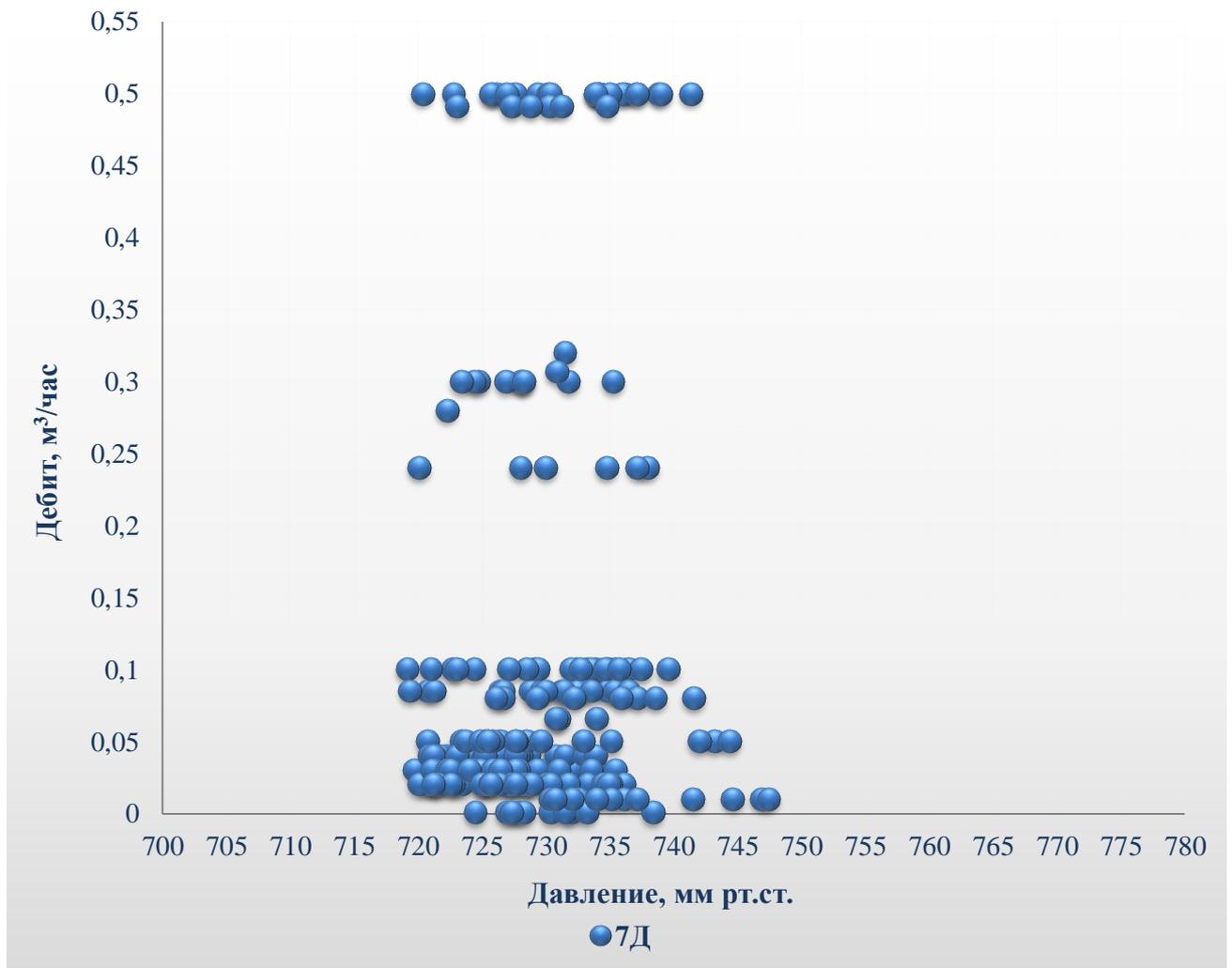


Рис. 7.12 Прослеживание изменения дебита (расхода) излива пластовых рассолов по скважине №7Д и барометрического давления

Анализируя полученные за период исследования данные по скважине 7Д, необходимо отметить, что можно выделить следующие факты воздействия изменения атмосферного давления на режим и интенсивность излива:

1. Восемь периодов (из двадцати одного) самоизлива пластовых вод (38%) – шестой, седьмой, восьмой, девятый, десятый, двенадцатый, тринадцатый и четырнадцатый произошли

в период отсутствия буро-взрывных работ. Только начало восьмого периода совпало с ростом барометрического давления на 8,4 мм. рт. ст. Начало шестого, седьмого, девятого и десятого периодов не совпало со значимым изменением барометрического давления (степень изменения составляла от 1 до 3 мм.рт.ст), а начало двенадцатого, тринадцатого и четырнадцатого периодов совпало с незначительным изменением барометрического давления (степень изменения порядка 4-5 мм.рт.ст). По всей видимости, данные периоды связаны с перераспределением пластовых рассолов, после предыдущих воздействий. Необходимо отметить, что в остальных 13 периодах излива, изменение давления либо не оказывало значимого воздействия в виду невысоких ступеней изменения (порядка 1-3 мм.рт.ст.), либо имело суммирующее с техногенным, своего рода синергетическое, воздействие на режим и интенсивность излива пластовых насыщенных рассолов.

2. Начало каждого выделенного периода, как правило, сопровождалось незначительным ростом или понижением атмосферного давления. Средняя ступень изменения давления составляет 1-5 мм. рт. ст. Максимальные значения до 11,7 мм. рт. ст.

3. Среднее значение атмосферного давления в периоды фиксации излива выше аналогичного значения, характеризующего «сухие» периоды на 1 - 4 мм. рт. ст.

4. Началу уменьшения или увеличения интенсивности излива пластовых вод предшествовало изменение атмосферного давления, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения, что в свою очередь, позволяет говорить о том, что резкие, скачкообразные перепады атмосферного давления влияли на фильтрацию пластовых рассолов по трещинным коллекторам, в имеющихся иммобилизованных, илизионных структурах, где местом разгрузки выступали ствол опытной скважины 7Д, а областью обеспеченного питания вся сформированная под воздействием структурно-тектонического и литолого-фациального факторов «линза-микрозалежь».

5. Продолжительность периода отсутствия излива пластовых вод из скважины 7Д составило 97 день (с 01.01.17 – 07.04.17 гг). 07.04.2017 г на данной скважине во время проведения режимных работ был отмечен излив пластовых вод. Продолжительность излива составила 57 дней (07.04.17-02.06.17 гг). Средний дебит излива пластовых вод составил 0,05 м³/час. Объём самоизлившихся рассолов за указанный период (07.04.17-02.06.17 гг) составил 68,5 м³.

Режим и интенсивность самоизлива насыщенных природных рассолов по скважине 9Д

Скважина 9Д расположена в 13 метрах южнее от осевой части подчинённого вторичного субмеридионального оперяющего разлома, в 42 метрах восточнее тела трубки «Интернациональная» (рис. 7.13). Натурные наблюдения по данной скважине проводились с момента её сооружения, т.е. в период с декабря 2015 по декабрь 2016 гг. Всего за период наблюдений по данной скважине было отмечено 4 периода самоизлива. Суммарная продолжительность которых составила 34 дня. Объём самоизлившихся рассолов составил 75 м³ [Янников, 2018].



Рис. 7.13 Расположение опытной скважины №9Д на горизонте -790 м относительно тела трубки «Интернациональная» и выделенных в процессе работ оперяющих разломов (составлена по материалам МСШСТ и Мирнинской ГРЭ)

Первый период с 01.12.2015 по 24.12.2015. На данном этапе произошло вскрытие водонасыщенных коллекторов толбачанской и эльгянской свит. Дебит самоизлива составил 0,1 м³/час. Атмосферное давление в течении этого периода изменялось от 719,8 мм. рт. ст до 736,5 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями

составило 16,7 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728,6 мм. рт. ст.

Затем с 25.12.2015 по 10.02.2016 - «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не наблюдалось. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 719,5 мм. рт. ст до 752,2 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 32,7 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 734,4 мм. рт. ст. На окончание данного периода 10.02.2016 атмосферное давление составляло 726,9 мм. рт. ст.

Второй период с 11.02.2016 по 13.02.2016. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,07 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 733,5 мм. рт. ст до 737,7 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 4,2 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 735,5 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (11.02.2016) атмосферное давление составляло 733,5 мм.рт.ст.

Затем с 14.02.2016 по 09.03.2016 - «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не наблюдалось. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 719,7 мм. рт. ст до 741,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 21,9 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 732,1 мм. рт. ст. На окончание данного периода 09.03.2016 атмосферное давление составляло 731,8 мм. рт. ст.

Третий период с 10.03.2016 по 13.03.2016. Дебит самоизлива в течение всего периода был неизменен и составлял 0,03 м³/час. Атмосферное давление изменялось от 720,4 мм. рт. ст до 731,5 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 11,1 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 726,6 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (10.03.2016) атмосферное давление составляло 724,1 мм.рт.ст.

Затем с 14.03.2016 по 18.05.2016 - «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не наблюдалось. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 709,8 мм. рт. ст до 745,3 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 35,5 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 726,9 мм. рт. ст. На окончание данного периода 20.04.2016 атмосферное давление составляло 730,8 мм. рт. ст.

Четвертый период с 19.05.2016 по 21.05.2016. Дебит самоизлива в течение периода уменьшался с 0,18 м³/час 19.05.16 до 0,1 м³/час – 20.05.16 и 21.05.16. Атмосферное давление изменялось от 723,6 мм. рт. ст до 733,0 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления

между экстремальными значениями составило 9,4 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 728,9 мм. рт. ст. На начало периода самоизлива (19.05.2016) атмосферное давление составляло 733,0 мм.рт.ст.

С 22.05.2016 по 31.12.2016 - «сухой» период в течение, которого каких-либо изливов пластовых вод не наблюдалось. Атмосферное давление в течение этого периода изменялось от 712,9 мм. рт. ст до 750,6 мм. рт. ст. Т.е. за этот период колебание давления между экстремальными значениями составило 37,7 мм. рт. ст. Среднее значение атмосферного давления за этот период составило 729,9 мм. рт. ст.

Данные, полученные во время натурных наблюдений, по скважине 9Д за 2014-2016 гг приведены в таблице 7.7.

Таблица 7.7

Периоды самоизлива пластовых вод по скважине 9Д

№	название периода	начало	окончание	Р _{на начало}	Р _{по окончаниию}	Р _{среднее}
				давление в мм. рт. ст.		
1	2	3	4	5	6	9
1	первый	01.12.15	24.12.15	725,1	735,7	728,6
2	«сухой»	25.12.15	10.02.16	732,8	726,9	734,4
3	второй	11.02.16	13.02.16	733,5	735,4	735,5
4	«сухой»	14.02.16	09.03.16	724,5	731,8	734,4
5	третий	10.03.16	13.03.16	724,1	731,5	726,6
6	«сухой»	14.03.16	18.05.16	728,9	730,8	726,9
7	четвертый	19.05.16	21.05.16	733,0	723,6	728,9
8	«сухой»	22.05.16	31.12.16	730,0	730,7	729,9

Сопоставление полученных расходов излива природных рассолов по скважине №9Д и барометрического давления за весь период исследований приведено на рис. 7.14.

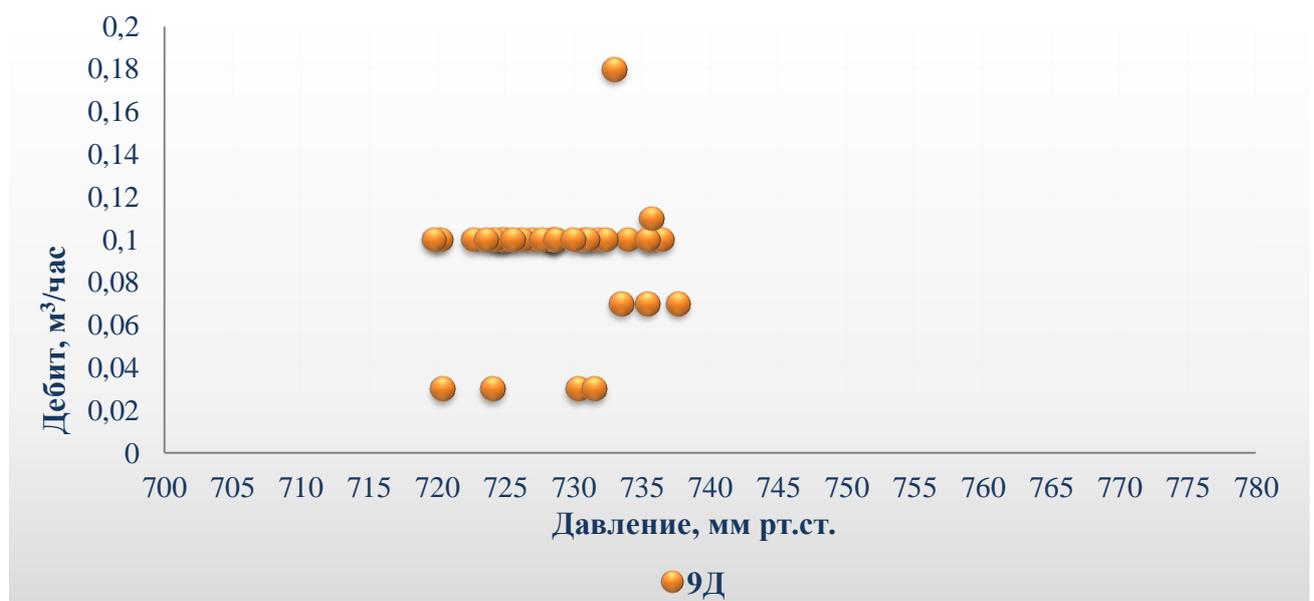


Рис. 7.14 Прослеживание изменения дебита (расхода) излива пластовых рассолов по скважине №9Д и барометрического давления

Анализируя полученные за период исследования данные по скважине 9Д, необходимо отметить, что можно выделить следующие факты воздействия изменение атмосферного давления на режим и интенсивность излива:

1. Один период (из четырех) самоизлива пластовых вод (25%) – четвёртый произошёл в период отсутствия буро-взрывных работ. Начало данного периода не совпадало со сколь-либо значимым изменением барометрического давления (ступень изменения составляла порядка 2 мм.рт.ст). По всей видимости, данный период связан с перераспределением пластовых рассолов, после предыдущих воздействий. Необходимо отметить, что в остальных 3 периодах излива, изменение давления либо не оказывало значимого воздействия в виду невысоких ступеней изменения (порядка 1-3 мм.рт.ст.), либо имело суммирующее с техногенным, своего рода синергетическое, воздействие на режим и интенсивность излива пластовых насыщенных рассолов.

2. Начало каждого выделенного периода, как правило, сопровождалось незначительным ростом или понижением атмосферного давления. Средняя ступень изменения давления составляет 1-3 мм. рт. ст. Максимальные значения до 7,7 мм. рт. ст.

3. Среднее значение атмосферного давления в периоды фиксации излива практически аналогично значениям, характеризующего «сухие» периоды, отличия составляют 1 - 2 мм. рт. ст.

4. Началу уменьшения или увеличения интенсивности излива пластовых вод предшествовало изменение атмосферного давления, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения, что в свою очередь, позволяет говорить о том, что резкие, скачкообразные перепады атмосферного давления влияли на фильтрацию пластовых рассолов по трещинным коллекторам, в имеющихся иммобилизованных, илизионных структурах, где местом разгрузки выступали ствол опытной скважины 9Д, а областью обеспеченного питания вся сформированная под воздействием структурно-тектонического и литолого-фациального факторов «линза-микрозалежь».

5. В течение всего 2017 года самоизлива пластовых вод по данной скважине зафиксировано не было.

7.2 Анализ режима и интенсивности самоизлива насыщенных природных рассолов по сети опытных скважин

Параметры излива природных рассолов за период исследования (2014-2016 гг) приведены в таблице 7.8

Таблица 7.8

Параметры периодов излива природных рассолов по опытным скважинам

номер опытной скважины	1Д	2Д	3Д	5Д	6Д'	7Д	9Д
количество периодов излива	12	9	4	14	10	21	4
суммарная продолжительность всех периодов, суток	199	156	58	321	64	266	34
максимальная продолжительность отдельного периода, суток	94	99	50	113	27	43	24
минимальная продолжительность отдельного периода, суток	1	1	1	1	1	1	3
суммарный объём излившихся рассолов, м ³	354	187	88	1178	26	728	75
средний дебит, м ³ /сут	1,8	1,2	1,5	3,7	0,4	2,7	2,2
максимальный дебит, м ³ /сут	12,0	3,7	2,4	36,0	2,4	12,0	4,3
минимальный дебит, м ³ /сут	0,24	0,24	0,05	0,24	0,24	0,24	0,72

Распределение объёма излившихся из скважин №№ 1Д, 2Д, 3Д, 5Д, 6Д', 7Д и 9Д рассолов приведен на рис. 7.15, а суммарная продолжительность (соотношение) всех периодов на рис 7.16.

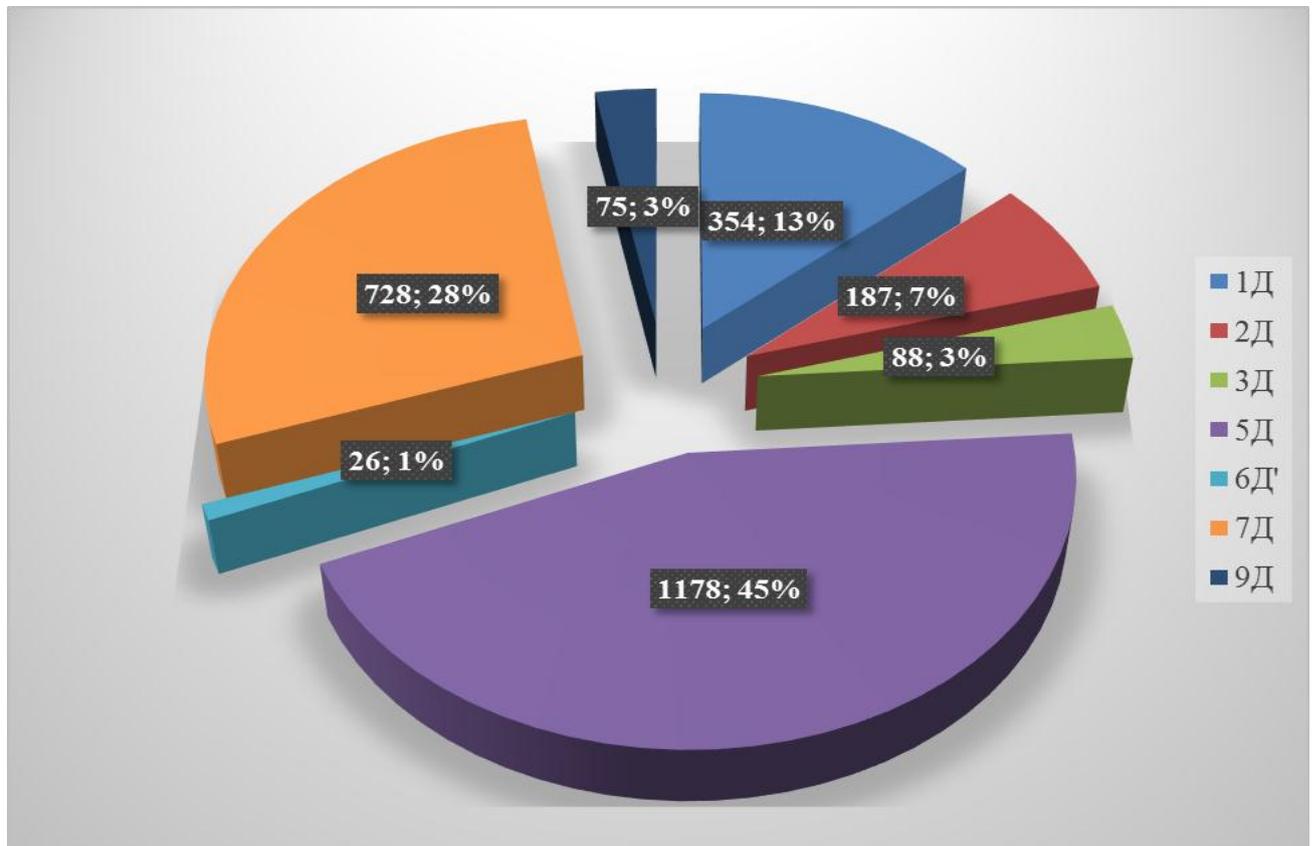


Рис. 7.15 Распределение объёма излившихся рассолов по скважинам №№ 1Д, 2Д, 3Д, 5Д, 6Д', 7Д и 9Д

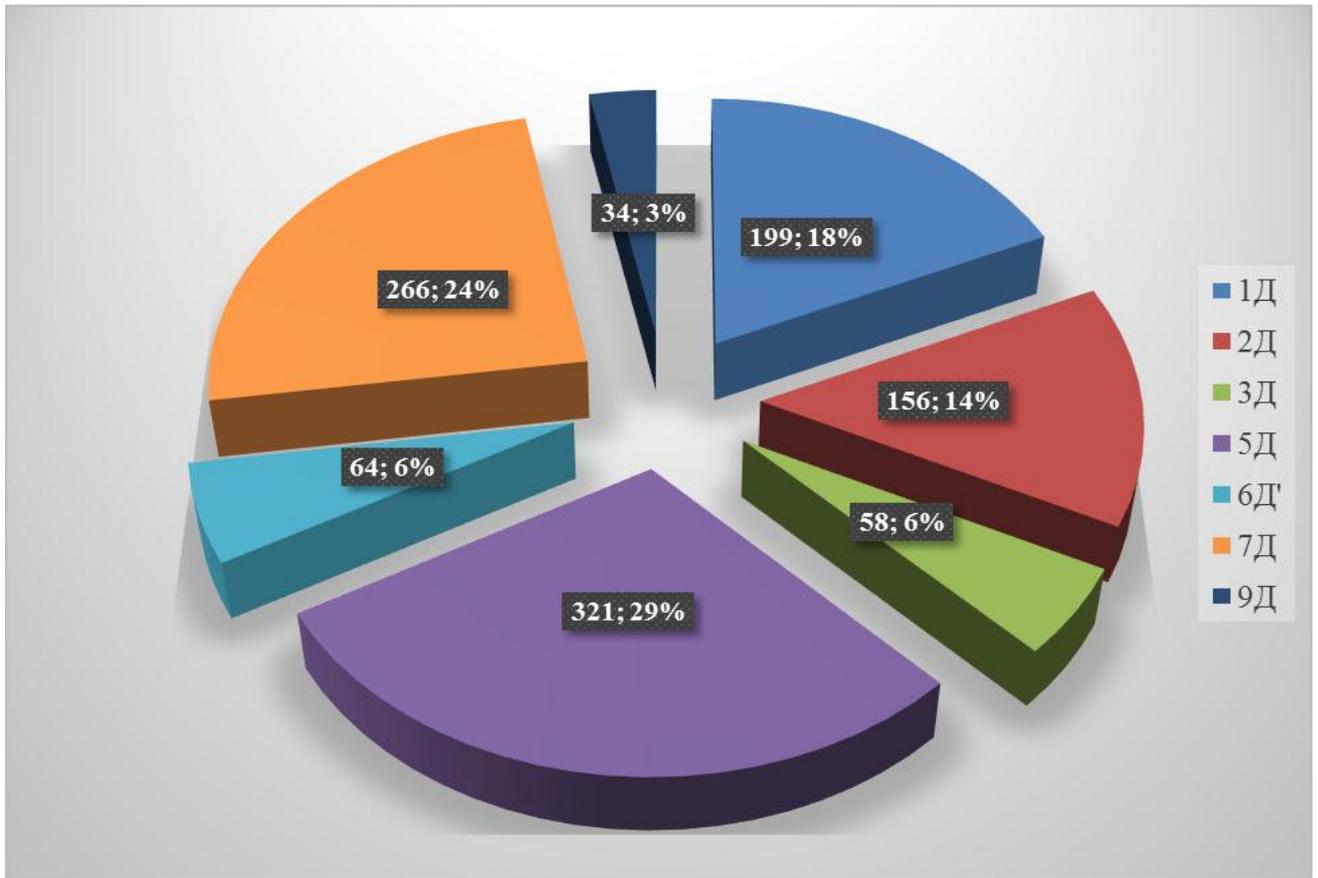


Рис. 7.16 Соотношение суммарной продолжительности периодов самоизлива по скважинам №№ 1Д, 2Д, 3Д, 5Д, 6Д', 7Д и 9Д

По опытным скважинам можно выявить ряд общих признаков:

1. Изменение дебитов пластовых вод по дегазационным скважинам имеет снижающийся тренд, связанный с истощением естественных запасов пластовых вод в коллекторах толбачанской свиты.

2. Для всех скважин можно выделить «коридор» значений, в рамках которых происходит колебание наблюдаемого дебита, причём во временном разрезе эти границы только сужаются.

4. Изменения дебитов (расходов) по скважинам в целом согласуется с описанными выше структурными, тектоническими и литолого-фациальными особенностями коллекторов толбачанской свиты. При подробном рассмотрении, определяется некоторая корреляционная связь с зоной основного кимберлитоконтролирующего разлома, и зонами оперяющих разломов. Эти зоны сопряжены с повышенной трещиноватостью, и как следствие с увеличенной «свободной ёмкостью» пластов. Скважины (№№1Д, 5Д и 7Д) находящиеся на участке сложного структурно-геологического строения, определяемого тектонической зоной, проявленной в виде кимберлитовых жил, ступенчатых сбросов и флексурным перегибом слоёв вмещающих пород и в непосредственной близости (до 10, реже 15 м) от него, характеризуются большими естественными емкостными запасами, подтверждающимися более

интенсивными дебитами, большим объемом излившихся природных рассолов и большей наблюдаемой длительностью излива. Скважины, находящиеся на удалении (более 10-15 метров) от выделяемого и описываемого участка сложного структурно-геологического строения, характеризуются меньшими естественными емкостными запасами, подтверждающимися меньшей интенсивностью дебитов, меньшим объемом излившихся природных рассолов и меньшей наблюдаемой длительностью излива.

В целом исследования подтвердили крайнюю малодебитность изучаемых коллекторов и небольшие естественные запасы природных рассолов. Всего за 3 года исследований (2014-2016 гг) из сети опытных скважин излилось 2 636 м³.

Необходимо отметить, что зона формирования и развития изучаемых хлоридных кальциевых рассолов является зоной крайне затрудненного водообмена. В геологические периоды времени водообороту препятствовали пласты практически водонепроницаемой каменной соли, вторичные выделения галита и сульфатных минералов в трещинах и порах нижнекембрийских отложений. В ходе геологического развития внутри водоупорной толщи межсолевых отложений происходили обменные процессы между водой и породой, процессы перекристаллизации отложений, реакции минералообразования в условиях изменяющихся давлений и температур, связанных с внедрением базитовых и кимберлитовых тел. Эти процессы приводили к уменьшению пористости и проницаемости толщ и затрудняли водообмен. Поэтому весьма крепкие и предельно насыщенные рассолы, распространенные в межсолевых и подсолевых отложениях, являются растворами концентрирования первичной рапы седиментационного происхождения, претерпевшими определенные изменения в стадию эпигенеза. Резкие различия в составе гидрогеохимических зон с натриевыми и кальциевыми рассолами связаны с трансформацией условий водообмена. По возрасту седиментационные хлоридные кальциевые рассолы являются кембрийскими.

Параметры изменения атмосферного давления во время «сухих» периодов и периодов самоизлива, а также ступени изменения давления приведены в таблице 7.9.

Таблица 7.9

Параметры изменения атмосферного давления во время «сухих» периодов и периодов самоизлива

№ п/п	№ скважины	Степень изменения давления	Среднее значение давления во время «сухого» периода	Среднее значение давления во время периода самоизлива
1	2	3	4	5
1	1Д	0,0	728,0	732,5
2		+0,4	724,8	731,8
3		+4,6	730,2	730,0

продолжение таблицы 7.9

1	2	3	4	5
4	1Д	-7,5	729,0	715,9
5		+3,0	728,2	739,6
6		+3,2	728,0	730,6
7		-0,9	737,8	735,0
8		+0,9	732,4	729,3
9		+2,7	728,4	736,8
10		+6,6	727,9	732,0
11		+3,7	730,4	726,8
12		-0,4	730,4	729,4
13	2Д	-0,3	728,0	732,0
14		-7,0	720,1	721,8
15		+0,6	726,0	728,8
16		+0,6	726,3	723,4
17		-1,1	726,3	725,2
18		+0,3	732,7	727,5
19		+1,8	730,5	742,0
20		-1,1	727,9	727,2
21		+0,3	729,8	735,7
22	3Д	-11,7	728,0	727,9
23		+1,8	728,6	742,0
24		+0,6	724,7	724,9
25		+3,3	729,7	724,6
26	5Д	-11,7	725,8	728,5
27		+10,4	732,7	728,2
28		+1,8	730,8	742,0
29		+9,6	731,4	730,1
30		-5,4	724,8	725,3
31		-1,8	730,7	727,2
32		+2,4	729,7	732,0
33		-5,4	728,6	729,0
34		+3,2	736,0	726,9
35		+1,1	740,7	730,9
36		-1,0	733,5	733,1
37		-7,7	727,9	726,6
38		+18,7	723,9	734,8
39		+0,9	729,9	722,1
40	6Д'	+0,5	724,5	730,9
41		+11,7	724,8	729,5
42		-1,1	723,1	722,5
43		+8,4	727,2	726,8
44		+10,4	731,4	728,2

продолжение таблицы 7.9

1	2	3	4	5
45	6Д'	-1,4	727,9	725,3
46		+4,2	724,4	728,0
47		+8,4	726,9	726,1
48		-0,1	729,2	738,1
49		+6,6	729,5	733,5
50	7Д	+1,2	729,0	731,0
51		-6,0	729,0	733,0
52		-7,1	729,0	727,0
53		+11,7	723,0	730,0
54		-3,0	726,0	726,0
55		-1,5	725,0	722,0
56		-3,3	724,0	721,0
57		+8,4	730,0	727,0
58		+2,3	727,0	733,0
59		+2,0	731,0	742,0
60		+7,1	726,2	729,2
61		+4,6	727,5	727,1
62		+4,0	736,5	732,0
63		-4,1	728,9	731,5
64		-5,5	728,8	729,3
65		+0,3	732,5	730,9
66		-5,4	730,0	729,0
67		+0,1	725,0	726,6
68		+3,9	731,7	730,1
69		-0,2	732,6	726,2
70	9Д	-2,9	734,4	728,6
71		+6,6	734,4	735,5
72		-7,7	726,9	726,6
73		+2,2	729,9	728,9

Комплексное прослеживание объема самоизлившихся природных рассолов (с учетом всех наблюдаемых периодов излива) по группе опытных скважин №№ 1Д, 2Д, 3Д, 5Д, 6Д', 7Д и 9Д, относительно изменения параметра барометрического давления, приведено на рис 7.17. Где каждое точечное значение – это параметр объема излившихся рассолов, отложенный по оси ординат, а значение среднего (приведенного) атмосферного давления на эти же даты (дату – в случае кратковременного односуточного излива) приведено по оси абсцисс.

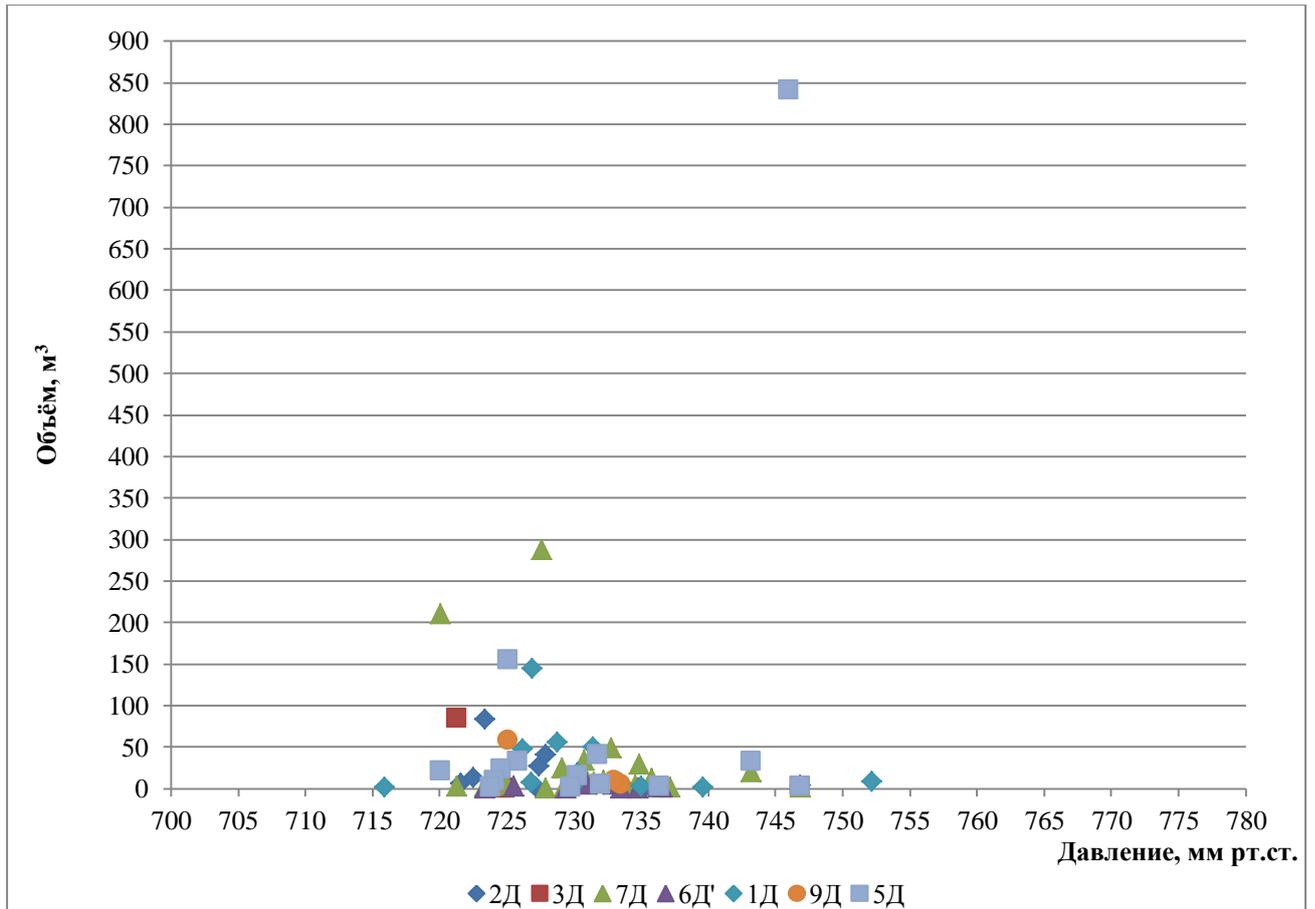


Рис. 7.17 Комплексное прослеживание объема самоизлившихся природных рассолов по группе опытных скважин №№ 1Д, 2Д, 3Д, 5Д, 6Д', 7Д и 9Д, относительно изменения параметра барометрического давления

Анализируя полученные по сети опытных скважин, за период исследования данные, необходимо отметить, что можно выделить следующие факты воздействия изменение атмосферного давления на режим и интенсивность излива:

1. Начало практически каждого выделенного периода сопровождалось ростом или понижением атмосферного давления. Средняя степень изменения давления составляет 4 - 5 мм. рт. ст. Максимальные значения 12 - 19 мм. рт. ст. Необходимо отметить, что для 85% периодов изменение давления либо не оказывало значимого воздействия в виду невысоких ступеней изменения (порядка 1-3 мм.рт.ст.), либо имело суммирующее с техногенным, своего рода синергетическое, воздействие на режим и интенсивность излива пластовых насыщенных рассолов.

2. Среднее значение атмосферного давления в периоды фиксации излива выше аналогичного значения, характеризующего «сухие» периоды на 1 - 4 мм. рт. ст.

3. Началу уменьшения или увеличения интенсивности излива пластовых вод предшествовало изменение атмосферного давления, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения, что в свою очередь, позволяет говорить о том, что резкие, скачкообразные

перепады атмосферного давления влияли на фильтрацию пластовых рассолов по трещинным коллекторам, в имеющихся иммобилизованных, илизионных структурах, где местом разгрузки выступали стволы опытных скважин, а областью обеспеченного питания вся сформированная под воздействием структурно-тектонического и литолого-фациального факторов «линза-микрозалежь».

8. ТЕХНОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЖИМА САМОИЗЛИВА

К техногенным факторам, влияющим на формирование наблюдаемого режима излива пластовых вод по опытным скважинам, прежде всего, относятся горно-проходческие работы и связанные с ними буро-взрывные работы.

При ведении буро-взрывных работ, производится предварительное бурение закладочных скважин, в которых производится закладка взрывчатого вещества и последующая направленная детонация для разрушения горной массы. Дезинтегрированная порода откатывается и выдаётся на «гора». В качестве взрывчатого вещества используется аммонит, коэффициент эффективности 0,81 в тротиловом эквиваленте.

При одном взрыве используется от 10 до 250 кг (в среднем 70 кг) аммонита, что приводит к динамическому воздействию на массив вмещающих пород, с энергией воздействия порядка 33-840 МДж (в среднем 230-240 МДж). Такое воздействие, несомненно, является непосредственно влияющим на режим излива пластовых вод.

Анализ воздействия данного техногенного фактора на режим самоизлива производился при помощи корреляции проводимых взрывных работ и фиксации наличия излива пластовых вод (таблица 8.1).

Таблица 8.1

Анализ производства взрывных работ на режим излива пластовых вод по опытным скважинам

№ п/п	Период самоизлива		Параметры излива			Параметры взрывных работ			
	от	до	№№ скважин	время излива, сут	Объём излившихся вод, м ³	а.о., м	кол- во, шт	суммарная масса в.в., кг	средняя масса в.в., кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	01.01.14	24.01.14	7Д	24	288,0	-790	11	1106	100,5
2	25.01.14	17.02.14	«сухой»			-790	22	1648	71,6
3	18.02.14	01.03.14	7Д	12	28,8	-790	8	804	100,5
4	02.03.14	01.04.14	«сухой»			-790	37	2616	70,7
5	02.04.14	03.05.14	7Д	32	50,4	-790	20	2200	110,0
6	04.05.14	11.05.14	«сухой»			-790	15	1085	72,3
7	12.05.14	23.05.14	2Д, 6Д', 7Д	12	28,8	-790	10	1710	171,0
8	24.05.14	02.06.14	«сухой»			-790	20	600	30,0
9	03.06.14	09.07.14	2Д, 7Д	36	76,8	-790	10	1514	151,4
10	10.07.14	14.07.14	«сухой»			взрывные работы не производились			
11	15.07.14	21.10.14	2Д, 3Д, 5Д, 6Д', 7Д	98	249,6				
12	22.10.14	10.11.14	«сухой»						
13	11.11.14	23.11.14	2Д, 5Д, 6Д'	13	33,6				
14	24.11.14	02.12.14	«сухой»						

продолжение таблицы 8.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	03.12.14	08.12.14	2Д, 3Д, 5Д, 7Д	6	12,0				
16	09.12.14	31.12.14	«сухой»						
17	01.01.15	28.02.15	1Д, 2Д, 5Д, 6Д', 7Д	59	204,0	-790	2	190	95,0
18	01.03.15	11.03.15	«сухой»			-790	1	27	27,0
19	12.03.15	09.07.15	1Д, 3Д, 5Д, 6Д'	119	93,6	-790	10	650	65,0
20	10.07.15	13.08.15	«сухой»						
21	14.08.15	22.08.15	1Д, 5Д, 7Д	9	40,8				
22	23.08.15	26.08.15	«сухой»						
23	27.08.15	28.08.15	7Д	2	9,6				
24	29.08.15	31.08.15	«сухой»						
25	01.09.15	01.09.15	7Д	1	7,2				
26	02.09.15	08.09.15	«сухой»						
27	09.09.15	09.09.15	5Д	1	4,8				
28	10.09.15	11.09.15	«сухой»						
29	12.09.15	12.09.15	1Д	1	2,4				
30	13.09.15	17.09.15	«сухой»						
31	18.09.15	18.09.15	7Д	1	2,4	-810	1	86	86
32	19.09.15	21.09.15	«сухой»			-810	4	320	80
33	22.09.15	22.09.15	7Д	1	7,2	-832	1	90	90
34	23.09.15	24.09.15	«сухой»						
35	25.09.15	26.09.15	1Д, 6Д'	2	2,2	-832	1	90	90
36	27.09.15	04.10.15	«сухой»						
37	05.10.15	09.11.15	1Д, 5Д, 7Д	35	266,2	-832	14	1400	100
38	10.11.15	26.11.15	«сухой»			-832	8	400	50
39	27.11.15	12.01.16	1Д, 2Д, 5Д, 9Д	46	269,1	-832	10	2000	200
40	13.01.16	15.01.16	«сухой»			-832	5	250	50
41	16.01.16	18.02.16	1Д, 5Д, 6Д', 9Д	34	860,9	-832	23	2350	102
42	19.02.16	09.03.16	«сухой»			-832	17	1360	80
43	10.03.16	13.03.16	5Д, 9Д	4	12,5	-810	3	300	100
44	14.03.16	20.04.16	«сухой»			-810	20	1200	60
45	21.04.16	25.04.16	5Д	5	1,2	-810	2	190	95
46	26.04.16	12.05.16	«сухой»						
47	13.05.16	21.05.16	5Д, 9Д	9	10,6				
48	22.05.16	02.06.16	«сухой»						
49	03.06.16	03.06.16	1Д	1	7,2	-810	1	86	86
50	04.06.16	16.06.16	«сухой»			-810	20	600	30
51	17.06.16	25.06.16	1Д	9	48,0	-800	6	590	98
52	26.06.16	19.07.16	«сухой»			-810	30	1500	50
53	20.07.16	26.07.16	7Д	7	3,4	-810	2	280	140
54	27.07.16	09.08.16	«сухой»			-810	15	1050	70

взрывные работы не производились

взрывные работы не производились

взрывные работы не производились

взрывные работы не производились

продолжение таблицы 8.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
55	10.08.16	19.08.16	7Д	10	0,3	-832	4	720	180
56	20.08.16	20.10.16	«сухой»			-832	50	4100	82
57	21.10.16	25.10.16	7Д	5	12,0	-832	4	520	130
58	26.10.16	26.12.16	«сухой»			-810	35	3300	94
59	27.12.16	31.12.16	7Д	5	1,2	-810	4	520	130

Комплексное прослеживание объема самоизлившихся природных рассолов (с учетом всех наблюдаемых периодов излива) по группе опытных скважин №№ 1Д, 2Д, 3Д, 5Д, 6Д', 7Д и 9Д, относительно количества применяемого аммонита, приведено на рис 8.1.

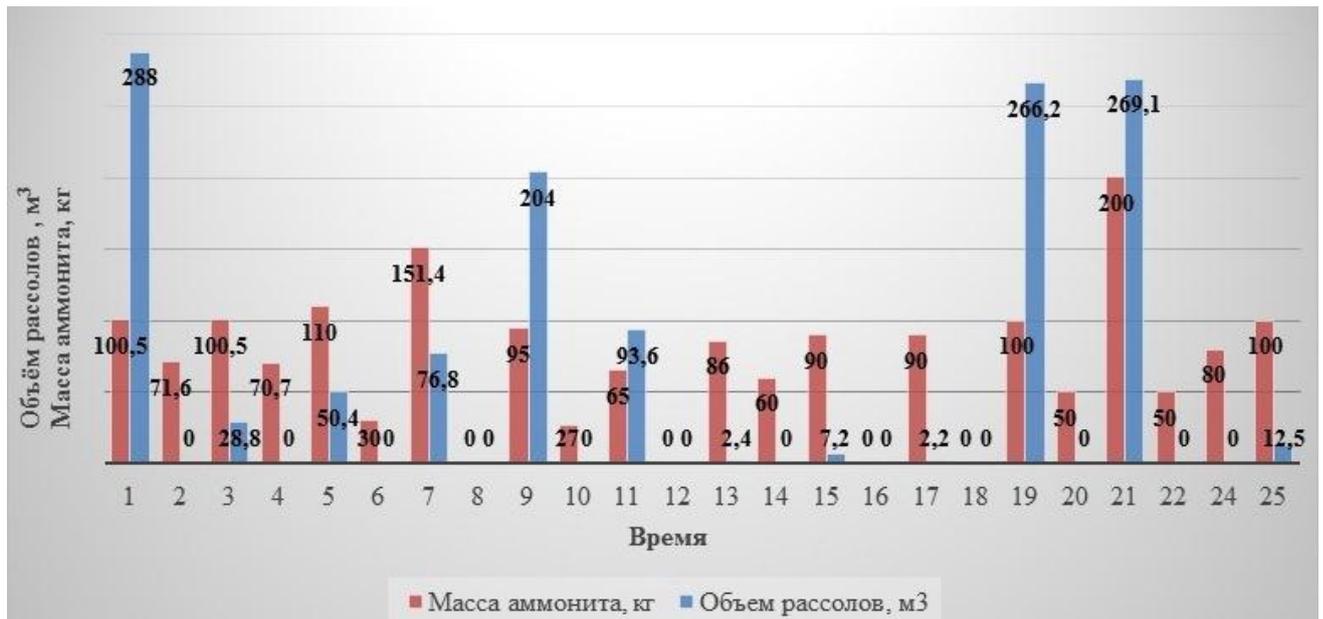


Рис. 8.1 Комплексное прослеживание объема самоизлившихся природных рассолов по группе опытных скважин №№ 1Д, 2Д, 3Д, 5Д, 6Д', 7Д и 9Д, относительно количества применяемого аммонита

Проведя анализ приведенных данных несложно выделить следующие закономерности:

1. Проводимые взрывные работы являлись одним из факторов появления самоизлива по опытным скважинам. Зависимость в ряде случаев была как линейной, производство массового взрыва приводила к появлению самоизлива по опытным скважинам (например, скважина 7Д), так и опосредованной, взрывные работы оказывались одним из факторов появления вод. Автором был выполнен поиск корреляционной зависимости данных параметров, а именно объема изливающихся рассолов и массы применяемого аммонита, причем учитывались и периоды отсутствия самоизлива. Вычисленный коэффициент корреляции (r) = 0,62. Графическая интерпретация и расчетное (корреляционное) уравнение приведены на рисунке 8.2. Интерпретация полученных зависимостей позволяет говорить о том, что определяющим фактором являлся структурно-тектонический, а именно плановое

расположение точек взрыва и самих скважин, относительно выделенных блок-зон (глава б) мало- и среднеамплитудных тектонических нарушений.

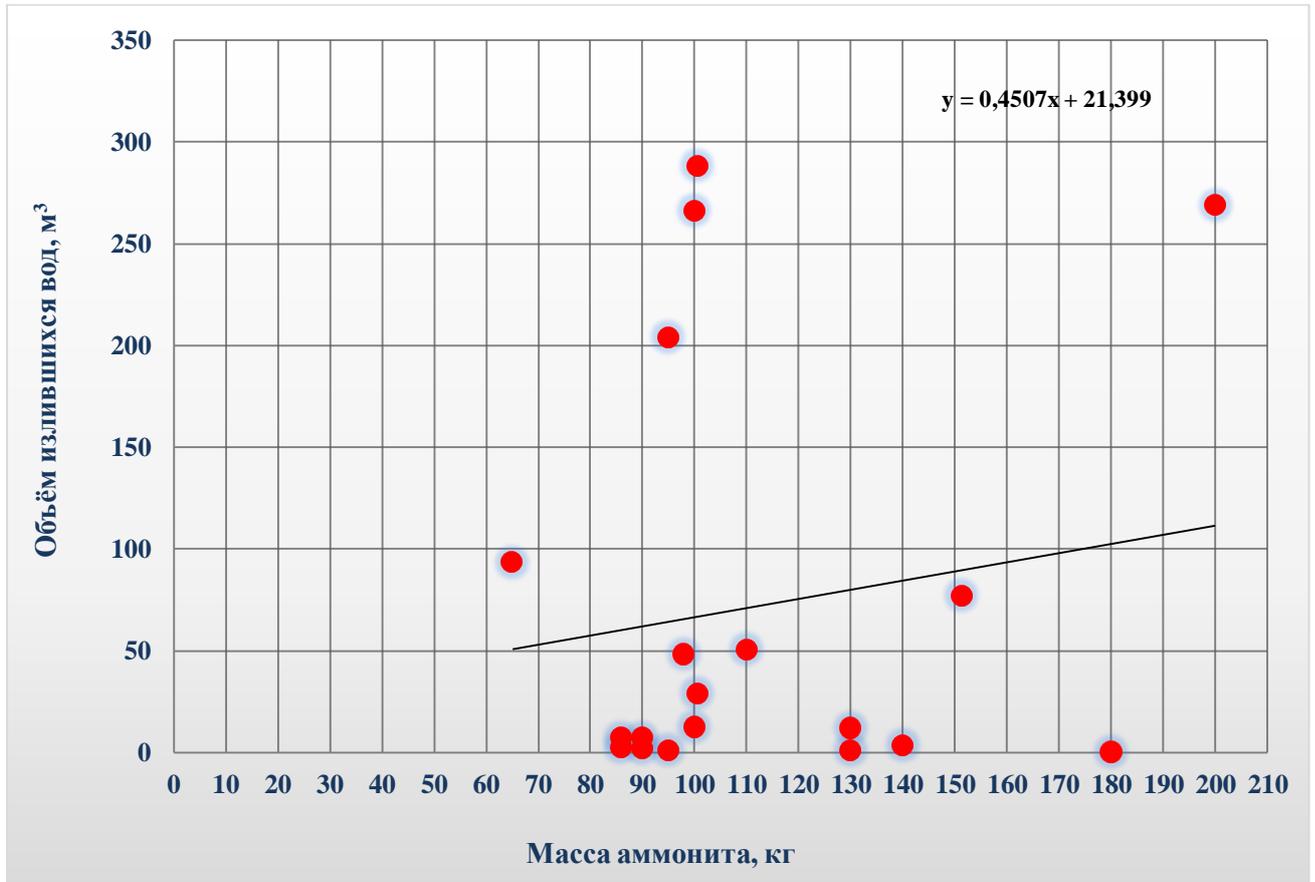


Рис. 8.2 Зависимость объема самоизлившихся природных рассолов по группе опытных скважин №№ 1Д, 2Д, 3Д, 5Д, 6Д', 7Д и 9Д, относительно количества применяемого аммонита

2. Из 30 зафиксированных как кустовых, так и одиночных периодов самоизлива за всё время исследований (2014-2016 гг), 21 период, т.е. 70%, совпал с ведением горно-проходческих взрывных работ. Среднее количество применяемого аммонита, в течении этих периодов, составляло 115 кг, что равнозначно воздействию на толщу пород толбачанской свиты энергии в 375-385 МДж.

3. 40% зафиксированных «сухих» периодов совпали с полным отсутствием горно-проходческих работ. В течение остальных 60% времени среднее количество применяемых взрывных веществ было значительно меньше, чем во время периодов фиксации наличия пластовых вод, и составляло в среднем 60-65 кг. Что равнозначно воздействию на толщу пород толбачанской свиты энергии в 200-215 МДж.

4. 371 м³ или 14% от общего объёма излившихся в течение девяти выделенных кустовых и одиночных периодов самоизлива насыщенных рассолов, излились во время отсутствия горно-проходческих взрывных работ.

5. Излив основного количества насыщенных рассолов (2265 м³ или 86%) произошёл в периоды ведения горно-проходческих взрывных работ. Излив рассолов в данные периоды был интенсивнее в 1,6 раза, по сравнению с изливом во время отсутствия горно-проходческих взрывных работ. Что, в свою очередь, позволяет говорить о существенном, доминирующем влиянии буро-взрывных работ на излив природных насыщенных рассолов по сети опытных скважин.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведя обработку и анализ выполненных гидрогеологических работ по сети опытных скважин пробуренных из ПГВ (подземных горных выработок) и скважине №307; изучив результаты натуральных наблюдений, и проанализировав, с последующей интерпретацией, результаты опробования, правомерным будет сделать ряд следующих выводов и обобщений.

1. Изучение пород толбачанской и эльгянской свит было выполнено в достаточном объеме, позволяющем оценить и охарактеризовать гидрогеологические и газодинамические условия отработки добычных X, XI, XII, XIII, XIV и XV блоков, месторождения трубка «Интернациональная».

2. Подтверждена главенствующая роль коллекторов толбачанской свиты, в формировании сложных условий отработки добычных X, XI, XII, XIII, XIV и XV блоков, месторождения трубка «Интернациональная».

3. В отложениях толбачанской свиты выделяется 15 коллекторов, из которых 8 газонасыщенных, 5 газонасыщенных и 2 «сухих».

4. В отложениях эльгянской свиты выделяется три пласта-коллектора, один газонасыщенный, один газо-водонасыщенный и один водонасыщенный.

5. Данные, полученные в ходе натуральных наблюдений, подтвердили, что изменчивая интенсивность водопритоков по скважинам обусловлена особенностями водосодержащих коллекторов толбачанской свиты. А именно крайне низкими параметрами проводимости и крайне малыми естественными запасами данных высоконапорных, высокоминерализованных (до 520 г/литр) пластовых вод (рассолов). В ненарушенных, естественных условиях, для скважин было характерно непостоянство расходов (дебитов) наблюдаемых водопритоков и их малодобитность (фиксируемые притоки не превышали 250-300 л/час). Самоизлив вод, как правило, был не продолжителен, эпизодичен, за фиксируемыми в ходе натуральных наблюдений «всплесками активности», (продолжительностью от 2-5 дней до 15-25) следовали долговременные периоды с полным отсутствием каких-либо водопроявлений. У каждой скважины, (из числа тех, на которых отмечалось наличие притоков пластовых вод), был сформирован свой режим, вероятно обусловленный её расположением относительно участка сложного структурно-тектонического строения, приуроченного к малоамплитудному тектоническому нарушению, фиксируемому по наличию сближенных кимберлитовых жил, ступенчатых сбросов и флексурным перегибам слоёв вмещающих пород.

6. Зона формирования и развития изучаемых хлоридных кальциевых рассолов является зоной крайне затрудненного водообмена. В геологические периоды времени водооборота препятствовали пласты практически водонепроницаемой каменной соли, вторичные

выделения галита и сульфатных минералов в трещинах и порах нижнекембрийских отложений. В ходе геологического развития внутри водоупорной толщи межсолевых отложений происходили обменные процессы между водой и породой, процессы перекристаллизации отложений, реакции минералообразования в условиях изменяющихся давлений и температур, связанных с внедрением базитовых и кимберлитовых тел. Эти процессы приводили к уменьшению пористости и проницаемости толщ и затрудняли водообмен. Поэтому весьма крепкие и предельно насыщенные рассолы, распространенные в межсолевых и подсолевых отложениях, являются растворами концентрирования первичной рапы седиментационного происхождения, претерпевшими определенные изменения в стадию эпигенеза. Резкие различия в составе гидрогеохимических зон с натриевыми и кальциевыми рассолами связаны с трансформацией условий водообмена. По возрасту седиментационные хлоридные кальциевые рассолы являются кембрийскими.

7. Схематично в плане, по параметру проводимости, объект исследования можно представить следующим образом:

– Блок-зона №1, в ней расположены скважины №№ 3Д, 5Д и 6Д. Охарактеризовывает зону сложного структурно-тектонического строения, приуроченного к малоамплитудному тектоническому нарушению, фиксируемому по наличию сближенных кимберлитовых жил, ступенчатых сбросов (до 3 метров) и флексурным перегибам слоёв. Данная зона характеризуется наибольшей величиной $KM = 0,0125-0,0310 \text{ м}^2/\text{сут}$;

– Блок-зона №2, в ней расположены скважины №№ 7Д и 9Д. Охарактеризовывает зону оперяющих разломов, зафиксированного малоамплитудного тектонического нарушения. Оперяющие разломы фиксируются по наличию ступенчатых сбросов от 0,2 до 0,5 м. Данная зона характеризуется величиной $KM = 0,0079-0,0087 \text{ м}^2/\text{сут}$;

– Блок-зона №3, в ней расположены скважины № 1Д. Охарактеризовывает зону сложного структурно-тектонического строения, приуроченного к малоамплитудному тектоническому нарушению, фиксируемому по наличию сближенных кимберлитовых жил, ступенчатых сбросов (до 1,5 метров) и флексурным перегибам слоёв. Данная зона характеризуется величиной $KM = 0,0064-0,0072 \text{ м}^2/\text{сут}$;

– Блок-зона №4, в ней расположена скважина №2Д, охарактеризовывает зону, не осложнённую оперяющими разломами или малоамплитудными тектоническими нарушениями. Данная зона характеризуется наименьшей величиной $KM = 0,0057 \text{ м}^2/\text{сут}$.

Проведённые исследования и выполненные расчёты позволяют сделать вывод, что проводимость коллекторов толбачанской свиты в пределах околотрубного массива месторождения трубка «Интернациональная», на удалении 5 – 110 метров от тела, напрямую

зависит от мелкоамплитудной тектоники, оперяющих разломов и блоковых дислокаций, непосредственно связанных со структурно-тектоническим строением изучаемого участка.

8. Анализ данных, полученных во время исследований, подтвердил влияние изменения барометрического (атмосферного) давления на режим и интенсивность излива природных насыщенных рассолов. При интерпретации режима излива и изменения атмосферного давления были выявлены следующие закономерности:

– Изменение дебитов пластовых вод по дегазационным скважинам имеет снижающийся тренд, связанный с исчерпанием естественных запасов пластовых вод в коллекторах толбачанской свиты.

– Для всех скважин можно выделить «коридор» значений, в рамках которых происходит колебание наблюдаемого дебита, причём во временном разрезе эти границы только сужаются.

– Изменение дебитов по скважинам происходит по одной зависимости.

– Изменения дебитов (расходов) по вновь пробуренным разведочным и геомеханической скважинам в целом согласуется с описанными выше структурными, тектоническими и литолого-фаціальными особенностями коллекторов толбачанской свиты. При подробном рассмотрении, определяется некоторая корреляционная связь с зоной основного рудоконтролирующего разлома, и зонами оперяющих разломов. Эти зоны сопряжены с повышенной трещиноватостью, и как следствие с увеличенной «свободной ёмкостью» пластов. В целом исследования подтвердили крайнюю малодебитность изучаемых коллекторов и небольшие естественные запасы природных рассолов. Всего за 3 года исследований (2014-2016 гг) из сети опытных скважин излилось 2 636 м³.

– Начало каждого выделенного периода сопровождалось достаточно интенсивным ростом или понижением атмосферного давления. Средняя степень изменения давления составляет 4 - 5 мм. рт. ст. Максимальные значения 11,7 - 18,7 мм. рт. ст.

– Среднее значение атмосферного давления в периоды фиксации излива выше аналогичного значения, характеризующего «сухие» периоды на 1 - 4 мм. рт. ст.

– Началу уменьшения или увеличения интенсивности излива пластовых вод предшествовало изменение атмосферного давления, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения, что в свою очередь, позволяет говорить о том, что резкие, скачкообразные перепады атмосферного давления влияли на фильтрацию пластовых рассолов по трещинным коллекторам, в имеющихся иммобилизованных, илизионных структурах, где местом разгрузки выступали стволы опытных скважин, а областью обеспеченного питания вся сформированная под воздействием структурно-тектонического и литолого-фаціального факторов «линза-микрозалежь».

9. Анализ данных, полученных во время исследований, подтвердил влияние буро-взрывных работ на режим и интенсивность излива природных насыщенных рассолов. При интерпретации режима излива и ведения буро-взрывных работ были выявлены следующие закономерности:

– Проводимые взрывные работы являлись одним из факторов появления самоизлива по опытным скважинам. Зависимость в ряде случаев была как линейной, производство массового взрыва приводила к появлению самоизлива по опытным скважинам (например, скважина 7Д), так и опосредованной, взрывные работы оказывались одним из фактором появления вод. Интерпретация полученных зависимостей позволяет говорить о том, что определяющим фактором являлся структурно-тектонический, а именно плановое расположение точек взрыва и самих скважин, относительно выделенных блок-зон малоамплитудных тектонических нарушений.

– Из 30 зафиксированных как кустовых, так и одиночных периодов самоизлива за всё время исследований (2014-2016 гг), 21 период, т.е. 70%, совпал с ведением горно-проходческих взрывных работ. Среднее количество применяемого аммонита, в течении этих периодов, составляло 115 кг, что равнозначно воздействию на толщу пород толбачанской свиты энергии в 375-385 МДж.

– 40% зафиксированных «сухих» периодов совпали с полным отсутствием горно-проходческих работ. В течение остальных 60% времени среднее количество применяемых взрывных веществ было значительно меньше, чем во время периодов фиксации наличия пластовых вод, и составляло в среднем 60-65 кг. Что равнозначно воздействию на толщу пород толбачанской свиты энергии в 200-215 МДж.

– 371 м³ или 14% от общего объёма излившихся в течении девяти выделенных кустовых и одиночных периодов самоизлива насыщенных рассолов, излились во время отсутствия горно-проходческих взрывных работ.

– Излив основного количества насыщенных рассолов (2265 м³ или 86%) произошёл в периоды ведения горно-проходческих взрывных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*Опубликованная*

1. Авдеева В.И., Драгунов О.Д. и др. Стратиграфия позднекембрийских отложений Ботуобинского газоносного района. // В книге «Новое в стратиграфии и палеонтологии позднего докембрия Сибирской платформы» Новосибирск. 1976 г. С 76-84.
2. Агринский А.В. Результаты изучения гидрогеологических условий при разведке одной из кимберлитовых трубок в Западной Якутии // Тр. ВСЕГИНГЕО. № 135. 1980. С. 48 – 57.
3. Акишев А.Н., Бахтин В.А., Бондаренко Е.В. Управление развитием рабочей зоны кимберлитовых карьеров // Горная промышленность. 2004. № 1. С. 53 – 58.
4. Акишев А.Н., Бондаренко И.Ф., Бабаскин С.Л. Современное состояние и основные тенденции развития открытого способа разработки алмазородных месторождений АК «АЛРОСА» // Проблемы и пути эффективной отработки алмазородных месторождений: Сб. докл. междунар. научн.-практ. конф., посвященной 50-летию института «Якутнипроалмаз», Мирный. – Новосибирск: Наука, 2011. С. 12 – 15.
5. Акишев А.Н., Бондаренко И.Ф., Васильев П.В., Мининг С.С. Управление запасами и качеством алмазородного сырья. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2012. – 382 с.
6. Акишев А.Н., Васильев П.В. Обоснование высоты добычных уступов с учетом уровня потерь на карьерах АК «АЛРОСА» // ГИАБ. 2012. № 1. С. 225 – 231.
7. Акишев А.Н., Зырянов И.В. Перспективы применения безлюдной технологии на карьерах АК «АЛРОСА» // Современные технологии управления процессами добычи и переработки полезных ископаемых: Сб. тез. докл. III Междунар. науч.-практ. конф. «ТЕХГОРМЕТ-21 век». СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2012. С. 16 – 17.
8. Акишев А.Н., Зырянов И.В., Шубин Г.В. и др. Техничко-технологический комплекс для доработки запасов на глубинных горизонтах алмазородных карьеров // Горный журнал. 2012. № 12. С. 39 – 43.
9. Акишев А.Н., Колганов В.Ф., Бабаскин С.Л., Коноваленко В.Я. Новые подходы к решению проблем повышения эффективности производства в современных горно-геологических и экономических условиях разработки алмазородных месторождений // Горный журнал. 2011. № 1. С. 45 – 47.
10. Акишев А.Н., Колганов В.Ф., Бондаренко И.Ф., Бабаскин С.Л. Проектирование сверхглубоких алмазородных карьеров. Проблемы и решения // Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием: сборник докладов. Апатиты- Санкт-Петербург, 2012. С. 160 – 165.

11. Акишев А.Н., Чаадаев А.С., Бахтин В.А., Бабаскин С.Л. Схемы вскрытия и отработки глубоких горизонтов алмазных карьеров крутонаклонными выработками // Горная промышленность. 2008. № 2. С. 75 – 80.
12. Александров И.Н., Шмырко А.Н., Шубин Г.В., Кирюшин Д.И. Создание безопасных условий отработки сверхглубоких карьеров Якутии (на примере доработки карьера трубки «Удачная». Новосибирск: Наука, 2005. – 180 с.
13. Балобаев В.Т. Геотермия мерзлой зоны литосферы севера Азии. Новосибирск: Наука, 1991. 192 с.
14. Балобаев В.Т., Девяткин В.Н. Мерзлотно-геотермические условия Западной Якутии в связи с ее нефтегазоносностью // Гидрогеология нефтегазоносных областей Сибирской платформы. Новосибирск: СНИИГГиМС, 1982. С. 18 – 28.
15. Балобаев В.Т., Девяткин В.Н. Мерзлотно-геотермические условия Западной Якутии // Теплофизические исследования криолитозоны Сибири. Новосибирск: Наука, 1983. С. 22 – 34.
16. Батугин С.А., Черный Е.Д. Теоретические основы опробования и оценки запасов месторождений. Новосибирск: Наука, 1998. 344 с.
17. Бобров А.К. К стратиграфии кембрия нижнего течения реки Олекмы // Тр. ЯФСОАН СССР серия геология. сб. 4. 1959г.
18. Бобров А.К. Стратиграфия кембрия долины реки Лена между реками Ичером и Пеледуем // В кн. «Геология и полезные ископаемые Якутской АССР». Якутск. 1962г.
19. Бобров А.К. Стратиграфия и палеогеография отложений верхнего докембрия Южной Якутии. Якутск. 1979г. С. 55-59.
20. Бобров А.К., Боброва С.А. Об объеме и возрасте метегерской свиты кембрия Березовского и Ангаро-Ленского прогибов. // Науч. Сообщения ЯФСОАН СССР. Вып. 7. Геология. Якутск. 1962г.
21. Бульбашев А.П., Супрун В.И., Гаврилов А.В., Билнжин А.Б. Интегрированные технологии отработки сложноструктурных залежей открытым способом // Горная промышленность. 1998. № 1. С. 3 – 7.
22. Быховец А.Н., Тарасов Г.Е., Козырев А.А. Геомеханическое и техническое обоснование оптимальных конструкций уступов и бортов основного карьера // Горный журнал, Специальный выпуск, 2002. С. 13 – 17.
23. Ваганов В.И. Алмазные месторождения Мира М.: Геоинформмарк, 2000. 312 с.
24. Вассоевич Н. Б. Природа органического вещества / Н. Б. Вассоевич и др. // М.: Наука, 1973. С.51-70.

25. Вигандт В.А. Опыт сооружения и эксплуатации обратной закачки дренажных вод карьера «Мир» // Горный журн. 1994. № 9. С. 60 – 62.
26. Власов В.М., Андросов А.Д. Технологии открытой добычи алмаза в криолитозоне. Якутск: изд-во ЯНЦ СО ПВН, 2007. 378 с.
27. Галустьян Э.Л. Совершенствование конструкции нерабочих бортов карьеров // Горный журнал, № 1, 1996. С. 93 – 95.
28. Ганченко М.В., Акишев А.Н., Бахтин В.А. Определение границ и оптимизация технологических параметров открытых горных работ // Горный журнал. 2005. № 7. С. 77 – 80.
29. Геология, гидрогеология и геохимия нефти и газа южного склона Анабарской антиклизы. Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1986. 176 с.
30. Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых // т.4. Сибирская платформа. Под ред. Н.С. Малича, В.Л. Масайтиса и В.С. Суркова. Недра. 1987г.
31. Гидрогеология СССР. Т. 20. Якутская АССР. М.: Недра, 1970. 384 с.
32. Гиниятулин И.М., Блажкун Д.В., Ивашина Е.И., Коробков Г.В. Материалы к легенде Ботуобинской серии листов геологических карт масштаба 1:50000. Министерство геологии РСФСР, Мирный 1989 г.
33. Граусман В.В., Жерновский В.П. О пограничных слоях позднего докембрия и кембрия в разрезах глубоких скважин Западной Якутии // В об. «Поздний докембрий и ранний палеозой Сибири». СО АН СССР. Ин-т геологии и геофизики. Новосибирск. 1988г.
34. Данилов Ю.Г. Месторождения алмазов в Якутии // Алмазы. Алмазодобывающая промышленность: сборник науч.-техн. информации. 2012. Вып. 2. С. 5 – 7.
35. Дзюба А.А. Разгрузка рассолов Сибирской платформы. Новосибирск: Наука, 1984. 156 с.
36. Дроздов А.В. К вопросу о формировании криогидрогеологических структур Сибирской платформы // Наука и образование. 2004б. № 4. С. 62 – 69.
37. Дроздов А.В., Иост Н.А., Лобанов В.В. Криогидрогеология алмазных месторождений Западной Якутии. Иркутск: Изд-во ИГТУ, 2008. 507 с.
38. Дроздов А.В. Природные и техноприродные резервуары промышленных стоков в криолитозоне (на примере Якутской части Сибирской платформы). Якутск: Изд-во СВФУ, 2011. 416 с.
39. Дроздов А.В. Захоронение дренажных рассолов в многолетнемерзлых породах (на примере криолитозоны Сибирской платформы). Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. 296 с.
40. Дроздов А.В., Егоров К.Н., Готовцев С.П., Климовский И.В. Особенности гидрогеологического строения и гидрохимической зональности кимберлитовой трубки

Удачная // Комплексные мерзлотно-гидрогеологические исследования. Якутск: ИМ СО АН СССР, 1989. С. 145 – 155.

41. Дукарт Ю.А., Коробков Г.В. К вопросу о возрасте среднепалеозойских отложений Мархинской впадины. // Геология и геофизика №2. 1973г. С 15-20.

42. Егоров К.Н. Контактные взаимоотношения кимберлитов разных фаз внедрения в сложнопостроенных трубках // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1985. № 9. С. 23 – 35.

43. Ефимов А.И. Гидрогеологические особенности района месторождения алмазов трубки Мир в Юго-Западной Якутии // II совещание по подземным водам и инженерной геологии Восточной Сибири. 1959. Вып. 2. С. 79 – 89.

44. Зуева И. Н. Химическая структура нефтидов Далдыно-Алакитского района. (По данным ИК- и УФ-спектроскопии). // Якутск: Изд-во Якут. филиала СО АН СССР, 1987. С. 99-110.

45. Игнаткин Е.И., Оникиенко С.К., Афанасьева М.А. и др. Теплопроводность кимберлитов // Известия ВУЗов. Геология и разведка. 1989. № 2. С. 145 – 147.

46. Иост Н.А., Янников А.М. Гидрогеологическая характеристика отложений толбачанской свиты в околотрубном пространстве месторождения трубка «Интернациональная» // Молодежь и научно-технический прогресс в современном мире: сборник докладов VIII-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Мирный. 2017. С 201-205.

47. Катасонов Е.М. Закономерности развития криогенных явлений // Актуальные вопросы советской географической науки. М.: Наука, 1972. С. 28 – 35.

48. Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. М.: Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых Министерства природных ресурсов Российской Федерации ГКЗ, 1997. 16 с.

49. Климентов П.П., Кононов В.М. Методика гидрогеологических исследований. – М.: Высшая школа, 1978. 408 с.

50. Климовский И.В., Готовцев С.П. Криолитозона Якутской алмазоносной провинции. Новосибирск: Наука, 1994. 167 с.

51. Климовский И.В., Устинова З.Г. Об особенностях температурного режима ММП района кимберлитовой трубки Удачная // Многолетнемерзлые породы и сопутствующие им явления на территории Якутской АССР. М.: АН СССР, 1962. С. 96 – 106.

52. Колганов В.Ф., Акишев А.Н., Дроздов А.В. Горно-геологические особенности коренных месторождений алмазов Якутии. Мирный. 2013 г. 558 с.

53. Колганов В.Ф., Акишев А.Н. Коренные месторождения алмазов Западной Якутии. Справочное пособие. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2011. 215 с.

54. Колганов В.Ф., Бондаренко И.Ф., Давыденко А.Ю., Васильев П.В. Компьютерное моделирование при разведке и оптимизации разработки месторождений алмазов. Новосибирск: изд-во Наука, 2009. 262 с.
55. Колосов П.Н., Авдеева В.И. Стратиграфическая схема верхнего докембрия газоносного района Юго-Западной Якутии. // Бюлл. НТИ. Якутск. 1979г. С 3-7.
56. Колосов П.Н., Авдеева В.И. и др. Стратиграфия верхнекембрийских и нижнекембрийских отложений Ботуобинского газоносного района Юго-Западной Якутии. // В кн. «Стратиграфия нефтегазоносных отложений Якутии». Якутск. 1988г. С 3-35.
57. Коноваленко В.А. Справочник физико-механических свойств горных пород алмазных месторождений Якутии. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 276 с.
58. Крайча Я. Газы в подземных водах. М.: Недра, 1990. С.23-42.
59. Ломоносов И.С. Вертикальная гидрохимическая зональность в районе месторождения алмазов трубки Мир // Материалы по гидрогеологии месторождений полезных ископаемых Восточной Сибири. Иркутск, 1962. Вып. 9. С. 67 – 83.
60. Медведев М.Л., Васильев В.Г., Колдырев Ю.И., Акишев А.Н. Научно-методические вопросы определения границ карьера при поэтапной разработке крутопадающих месторождений // ГИАБ. 2004. № 10. С. 189 – 197.
61. Мельников П.И. О глубине промерзания верхней зоны земной коры на территории Якутской АССР // Геотермические исследования и использование тепла Земли. М.: Наука, 1966. С. 110 – 113.
62. Мерзлотно-гидрогеологические условия Восточной Сибири. Новосибирск: Наука, 1984. 191 с.
63. Минорин В.Е и др. Оценка и разведка коренных месторождений алмазов. М.: ЦНИГРИ, 2000. 196 с. 424 с.
64. Михайлов М.В., Тесаков Ю.И. Стратиграфия верхнего кембрия, ордовика, силура бассейна среднего течения р. Вилюй. // Геология и геофизика №1. 1972г.
65. Одинцова М.М. Стратиграфия континентальных нижнеюрских отложений и проблемы алмазности раннемезозойских осадков центральной части Сибирской платформы // В сб. «Материалы по геологии и полезным ископаемым Якутской АССР» вып 9. Москва. Госгеолтехиздат. 1962г.
66. Одинцова М.М. Палеогеографические особенности и биостратиграфия позднего триаса – ранней юры Саяно-Вилюйского прогиба и Вилюйской синеклизы. // В кн. «Материалы по биостратиграфии и палеогеографии Восточной Сибири». Москва. Наука. 1975г.
67. Пиннекер Е.В. Проблемы региональной гидрогеологии. (Закономерности распространения и формирования подземных вод). М.: Наука, 1977. 196 с.

68. Письменный А.В., Чаадаев А.С., Зырянов И.В., Бондаренко И.Ф. К вопросу вовлечения в отработку алмазородных месторождений с пониженной ценностью руды // Сборник докладов международной научно-практической конференции «Проблемы и пути эффективной отработки алмазоносных месторождений. Новосибирск: Наука, 2011. С. 61 – 65.
69. Подчасов В. М., Минорин В. Е., Богатых И. Я. и др. Геология, прогнозирование, методика поисков, оценки и разведки коренных месторождений алмазов. Книга 1. Коренные месторождения. Якутск: ЯФ ГУ «Издательство СО РАН», 2004. 548 с.
70. Розенбаум Г.Э., Шполянская Н.А. Криолитозона российской Арктики в среднем плестоцене – голоцене // Изв. РАН. Сер. геогр. 1998. № 2. С. 32 – 48.
71. Романовский Н.Н. Схема подразделения подземных вод области распространения многолетнемерзлых горных пород // Методика гидрогеологических исследований и ресурсы подземных вод Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1966. С. 28 – 41.
72. Славин В.И. О гидрогеологических условиях района Мархинской опорной скважины на южном склоне Анабарской антеклизы // Геология и нефтегазоносность Западной Якутии. Л.: Недра, 1966. С. 240 – 251.
73. Термо- и геомеханика алмазных месторождений / А.А. Козеев, В.Ю. Изаксон, Н.К. Звонарев. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1995. 245 с.
74. Толстихин Н.И. Подземные воды мерзлой зоны литосферы. М.-Л.: Госгеолтехиздат, 1941. 204 с.
75. Фотиев С.М. Гидрогеотермические особенности криогенной области СССР. М.: Наука, 1978. 236 с.
76. Фотиев С.М. Криометаморфический цикл формирования подземных вод в недрах геологических структур России в четвертичном периоде // Геоэкология. 2002. № 1. С. 5
77. Фотиев С.М., Данилова Н.С., Шевелева Н.С. Геокриологические условия Средней Сибири. М.: Наука, 1974. 146 с.
78. Фукс А.Б., Фукс Б.А. Причины различных пластовых давлений в газоконденсатных залежах Непского свода // Геология нефти и газа. 1976. № 10. С. 48 – 54.
79. Харьков А.Д., Зинчук Н.Н., Зуев В.М. История алмаза. М.: Недра, 1997. 601 с.
80. Харьков А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И. Коренные месторождения алмазов мира. М.: Недра, 1998. 555 с.
81. Чижов А.Б. О роли взаимодействия многолетнемерзлых пород и подземных вод в формировании мерзлотно-гидрогеологических условий (на примере Западной Якутии) // Мерзлотные исследования. М.: Изд-во МГУ, 1967. Вып. 2. С. 132 – 138.

82. Шепелева Н.Н., Краевский В.И., Федоров В.И. Взаимосвязь битумо- и газонасыщенности осадочной толщи пород Далдыно-Алакитского района // Геол. методы поисков и разведки м-ний нефти и газа. Экспресс-информация. М.: ВИЭМС. 1984. Вып. 6. С. 15 – 25.
83. Янников А.М., Бочаров В.Л. Геохимические особенности и физико-химические параметры подземных вод и Вертикальная гидрохимическая зональность в околотрубочном пространстве месторождения трубка «Интернациональная» // Молодежь и научно-технический прогресс в современном мире: сборник докладов VIII-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Мирный. 2017. С 260-263.
84. Янников А.М., Голованев О.А. Газоносность отложений толбачанской свиты в околотрубочном пространстве месторождения трубка «Интернациональная» // Естественные и технические науки. Москва. 2018. №10. С. 83-88.
85. Янников А.М., Голованев О.А. Зависимость интенсивности самоизлива рассолов от буровзрывных работ в районе трубки «Интернациональная» // Вестник ВГУ серия геология. Воронеж. 2018. №3. С. 111-113.
86. Янников А.М., Голованев А.О. Инженерно-геологическая характеристика пород олекминской и толбачанской свит в околотрубочном пространстве месторождения трубка «Интернациональная» // Современные проблемы и опыт гидрогеологических, инженерно-геологических и эколого-геологических исследований на территории центрально-черноземного региона: материалы региональной научно-практической конференции. Воронеж. 2018. С. 146-152.
87. Янников А.М., Голованев А.О. Литологическая характеристика вмещающих пород в околотрубочном пространстве месторождения трубка «Интернациональная» // 20-е чтения памяти П.Н. Чирвинского: сборник докладов. Пермь. 2018. С. 199-203.
88. Янников А.М., Дагаева Е.В. Влияние литологического и петрографического состава пород осадочного чехла на микрокомпонентный состав поверхностных вод в пределах Мирнинского кимберлитового поля // Молодежь и научно-практический прогресс в современном мире: сборник тезисов IX-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Мирный. 2018. С. 150.
89. Янников А.М. Влияние атмосферного давления на интенсивность самоизлива природных рассолов из малодебитных коллекторов толбачанской и эльганской свит в пределах Мирнинского кимберлитового поля (республика Саха (Якутия)) на примере скважины 1Д // Геология и минерально-сырьевые ресурсы СВ России 2018 г: сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции. Якутск. 2018. С. 295-298
90. Янников А.М. Влияние атмосферного давления на интенсивность самоизлива природных рассолов из малодебитных коллекторов толбачанской и эльганской свит в пределах

Мирнинского кимберлитового поля (республика Саха (Якутия)) на примере скважины 5Д. // Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии: материалы XXIX молодежной научной школы-конференции, посвященной памяти члена-корреспондента АН СССР К.О. Кратца и академика РАН Ф.П. Митрофанова. Петрозаводск. 2018. С. 326-329.

91. Янников А.М. Газодинамическая характеристика коллекторов во внешнем контуре месторождения «трубка Интернациональная» // Вестник ВГУ серия геология. Воронеж. 2018. №4. С. 98-101.

92. Янников А.М. Гидрогеологическая характеристика пород эльгянской, нелбинской и юрегинской свит в пределах Мирнинского кимберлитового поля (на примере околотрубчатого массива вмещающих пород трубки «Интернациональная») // Эффективность геологоразведочных работ на алмазы: сборник докладов V всероссийской научно-практической конференции. Мирный. 2018. С. 335-339.

93. Янников А.М. Интенсивность и продолжительность движения пластовых вод из малодобитных коллекторов толбачанской свиты // Вестник ВГУ серия геология. Воронеж. 2018. №1. С. 139-141.

94. Янников А.М., Янникова Л.Ю., Янникова Ю.Ю. Анализ воздействия обратной закачки на гидродинамический режим метегеро-ичерского водоносного комплекса в пределах Мало-Ботуобинского алмазоносного района // Минералогия и геохимия ландшафта горнорудных территорий: сборник докладов VII-й всероссийского симпозиума, посвященного 50-летию Читинского отделения Российского минералогического общества. Чита. 2018. С. 178-182.

95. Янников А.М., Янникова Л.Ю., Янникова Ю.Ю. Влияние атмосферного давления на интенсивность самоизлива природных рассолов из малодобитных коллекторов толбачанской и эльгянской свит в пределах Мирнинского кимберлитового поля (республика Саха (Якутия)) на примере скважины 2Д // Геологи XXI века: Сборник докладов XVIII Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов. Саратов. 2018. С. 98-100.

96. Янников А.М., Янникова Л.Ю., Янникова Ю.Ю. Режим и параметры самоизлива природных рассолов толбачанской свиты по сети опытных скважин гор. -790 рудника Интернациональный в 2017 году // Сибирская конференция молодых ученых по наукам о земле: сборник докладов IX Сибирской конференции. Новосибирск. 2018. С. 730-732.

97. Янников А.М., Янникова Ю.Ю. Обратная закачка как один из самых экологически безопасных способов утилизации агрессивных дренажных вод // Современные проблемы и опыт гидрогеологических, инженерно-геологических и эколого-геологических исследований на территории центрально-черноземного региона: материалы региональной научно-практической конференции. Воронеж. 2018. С. 146-152.

98. Янников А.М., Янникова Ю.Ю. Режим и интенсивность самоизлива насыщенных природных рассолов толбачанской свиты // Геология в развивающемся мире: сборник докладов XI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Пермь. 2018. С. 284-287.
99. Akishev A., Bachtin V.A., Aleksandrov I.N., Bondarenko E.V. New bench construction // Russian Mining. 2003. № 5. P. 23 – 27.
100. Akishev A., Bachtin V.A., Bondarenko E.V. Completing stage of the development of deep kimberlite open pits in Yakutia. Technological advance // Russian Mining. 2003. № 6. P. 19 – 22.
101. Innovative technologies at open-cast mining of diamond deposits / Andrey Pismenny, Alexander Chaadaev, Alexander Akishev, Ivan Bondarenko, Sergey Babaskin // Innovations and Nanotechnologies of Russia (INRussia). 2012. № 1 (2). P. 38 – 39.

Фондовая

102. Власова Т.А. Отчёт о результатах работ по ведению мониторинга подземных вод на площади Мало-Ботуобинского алмазоносного района и прилегающей территории, за 2007-2009 гг. (объект «Режимный-Мир-8») в 3-х книгах. Мирный. Фонды МГРЭ. 2010.
103. Власова Т.А. Отчёт о результатах работ по ведению мониторинга подземных вод на площади Мало-Ботуобинского алмазоносного района и прилегающей территории, за 2007-2009 гг. (объект «Режимный-Мир-9») в 3-х книгах. Мирный. Фонды МГРЭ. 2013.
104. Загоруйко А.А., Янников А.М. Отчёт о результатах геологического изучения глубоких горизонтов трубки «Интернациональная» в интервале абсолютных отметок -1050 - -1250м с подсчетом запасов алмазов по состоянию на 01.01.2017г в 6-ти книгах(Объект «Глубокий-4») Лицензия ЯКУ № 15827 КП. Книга 4. Текст.результаты бурения скважины № 307 с комплексом гидрогеологических и геофизических исследований в районе трубки «Интернациональная» в 2015-2017 гг. Мирный. Фонды МГРЭ. 2017.
105. Иост Н.А. Отчёт о результатах бурения скважины № 306 с комплексом гидрогеологических и геофизических исследований в районе трубки Интернациональная в 2003-2006 гг. (к материалам доразведки месторождения между горизонтами (-560)-(-690)м) (объект Глубокий) в 3-х книгах. Мирный. Фонды МГРЭ. 2007.
106. Иост Н.А. Отчет по комплексному анализу работы системы обратной закачки дренажных вод карьера Мир за период 1990-2014 гг. Мирный. Фонды МГРЭ. 2015.
107. Янников А.М. Информационный отчёт о результатах бурения гидрогеологических скважин №1 и №2 на горизонте +85 рудника «Интернациональный» по состоянию на 11.01.2016г. Мирный. Фонды МГРЭ. 2016.

108. Янников А.М. Информационный отчёт о результатах бурения гидрогеологических скважин №№1, 2, 3 и 4 на горизонте +85 рудника «Интернациональный» по состоянию на 31.12.2016г. Мирный. Фонды МГРЭ. 2016.
109. Янников А.М. Дополнительные материалы (по скважине 5гр) к Информационному отчёту о результатах бурения гидрогеологических скважин №№1, 2, 3 и 4 на горизонте +85 рудника «Интернациональный» по состоянию на 31.12.2016г. Мирный. Фонды МГРЭ. 2017.
110. Янников А.М. Дополнительные материалы (по скважинам №3 и №4 (а.о. забоя -55 м)) к Информационному отчёту о результатах бурения гидрогеологических скважин №№1, 2, 3 и 4 на горизонте +85 рудника «Интернациональный» по состоянию на 31.12.2016г. Мирный. Фонды МГРЭ. 2017.
111. Янников А.М. Информационный отчёт о результатах мониторинговых замеров по сети дегазационных скважин гор. -790 рудника «Интернациональный» за 2013-2015 гг. Мирный. Фонды МГРЭ. 2016.
112. Янников А.М. Информационный отчёт о результатах мониторинговых замеров по сети дегазационных скважин гор. -790 рудника «Интернациональный» за 2016 год. Мирный. Фонды МГРЭ. 2017.
113. Янников А.М. Информационный отчёт о результатах мониторинговых замеров по сети дегазационных скважин гор. -790 рудника «Интернациональный» за 2017 год. Мирный. Фонды МГРЭ. 2018.
114. Яхин Ш.М., Янников А.М. и др. Отчёт с подсчётом запасов алмазов по коренному месторождению трубка Интернациональная (по состоянию на 01.01.2016 г). Мирный. Фонды МГРЭ. 2016.