

УДК 622.012:556.3

**А.В. Дроздов**

## **ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ ТРУБКИ УДАЧНОЙ**

*Рассмотрены новые данные по особенностям горно-геологических условий глубоких горизонтов крупнейшего алмазного месторождения России. Выявлено, что межтрубное пространство представлено разрушенными и опущенными блоками пород с амплитудой смещений до 140 м, переменной обводненностью и повышенной газообильностью подземной гидросферы.*

*Ключевые слова:* месторождение, кимберлитовая руда, алмаз, добыча, горизонт, нефтегазонасыщенность.

---

**Т**рубка Удачная является одним из крупнейших алмазных месторождений в России с глубиной открытой отработки до 630 м и дальнейшим освоением нижележащих горизонтов подземным способом. Переход на шахтный способ добычи кимберлитовой руды сопряжен возникновением сопутствующих комплексных проблем освоения и строительства различных подземных сооружений в экстремальных горно-геологических условиях региона. К осложняющим факторам, прежде всего, относятся: неравномерная обводненность подрабатываемых массивов газонасыщенными рассолами, которые обладают высокой агрессивностью к различным материалам и оборудованию; анизотропия нефтегазонасыщенности кимберлитов и прилегающих осадочных отложений; низкая устойчивость блоков пород в приконтактных частях и внутри кимберлитовых тел, межтрубном пространстве и другие. Особенностью вскрываемых блоков породного массива межтрубного пространства месторождения является наличие опасных зон под воздействием геомеханических, гидрогеомеханических, газоди-

намических факторов. Следует отметить, что часто исходная инженерно-геологическая информация по данным разведок месторождения или отсутствует, или не всегда соответствует действительности; в тоже время от ее достоверности напрямую зависит принятие квалифицированных технических и технологических проектных решений.

Общеизвестно, что разработка месторождений полезных ископаемых приводит не только к изменению напряженно-деформационного состояния (НДС) вскрываемых массивов горных пород, но и к изменению, а иногда (для водоупорных скальных и полускальных грунтов) и к формированию проницаемой геологической среды. Водогазонепроницаемые породы под влиянием взрывных работ и возникающих новых трещинных деформаций становятся высокопроницаемыми [Бондаренко и др., 1985]. Необходимость изучения устойчивости массивов горных пород в тесной взаимосвязи с содержащимися в них подземными флюидами, пожалуй, с наибольшей полнотой просматривается при изучении закономерностей изменения фильтрационных свойств

породных блоков в зоне влияния подземных горных работ. Отмеченное выше, позволяет отнести упомянутые задачи к области, охватываемой газогидрогеомеханикой, решения которых зависят от реальной оценки структурно-тектонических условий, флюидонасыщенности и изменения НДС отдельных породных и рудных блоков месторождения.

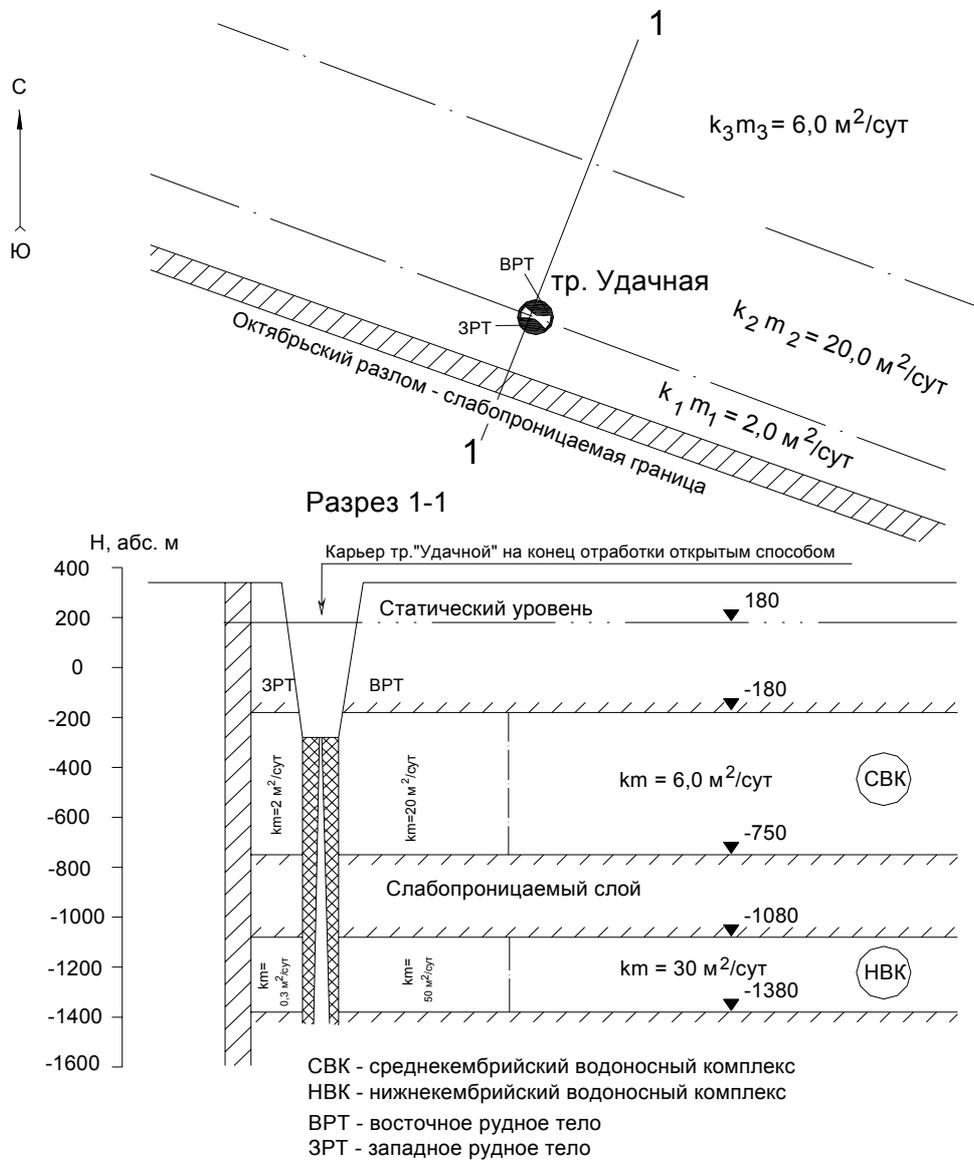
Начавшееся строительство крупнейшего подземного рудника сразу же вскрыло ряд особенностей месторождения, при этом наибольшие проблемы проявились при вскрытии водо- и нефтегазонасыщенных интервалов. Во всех подземных выработках (вертикальные стволы глубиной около 1000 м, наклонный съезд из карьера) начались возгорания нефтепроявлений, повторные взрывы газовоздушных смесей при шпуровой отпалке горной массы, некоторые аварии и инциденты, приведшие к вынужденным простоям и дополнительным материальным затратам. Существующие сложности при строительстве других подземных алмазодобывающих рудников в Якутии (Интернациональный, Мир, Айхал) не являются, на сегодняшний период, настолько актуальными, как на трубке Удачной. Поэтому не все позиции, ранее разработанных технологий проходки, специальных мероприятий борьбы с этими явлениями, а также способы оценки газобильности подземных выработок, оказались действенными в реальных условиях вскрытия глубоких горизонтов месторождения. Аналогичная ситуация возникнет при добычных работах по рудным телам, т.к. изменчивость многих факторов на стадии разведок не были детально изучены. В связи с вышеотмеченным, исследования геомеханических, нефтегазовых, гидродинамических и других условий при-

легающих к рудным телам породных массивов, обеспечение и контроль безопасных условий производства горнопроходческих работ приобретают существенную актуальность и практическую значимость. Поэтому автором были обобщены и представлены новые материалы по обводненности, пространственному размещению, особенностям внутреннего строения и генетическим типам разрывных нарушений трубки Удачной.

#### **Криогидрогеологические, инженерно-геологические условия и нефтегазоносность месторождения**

Трубка Удачная находится на площади Далдынского кимберлитового поля в Западной Якутии и расположена на границе разнофациальных криогидрогеологических структур [Дроздов и др., 2008]. Эти обстоятельства обусловили различие фильтрационно-емкостных показателей водовмещающих пород, примыкающих к кимберлитовой трубке и имеющих различную степень обводнения. С севера к месторождению примыкает своеобразная криогидрогеологическая структура низшего порядка — Далдынская флексура, обладающая повышенными фильтрационными свойствами на уровне среднекембрийского и нижнекембрийского водоносных комплексов с распространенными в них промышленными водами. С южного фланга недалеко от кимберлитовых трубок по данным сейсморазведки выделен Октябрьский разлом на уровне толщ отложений венда (рис. 1).

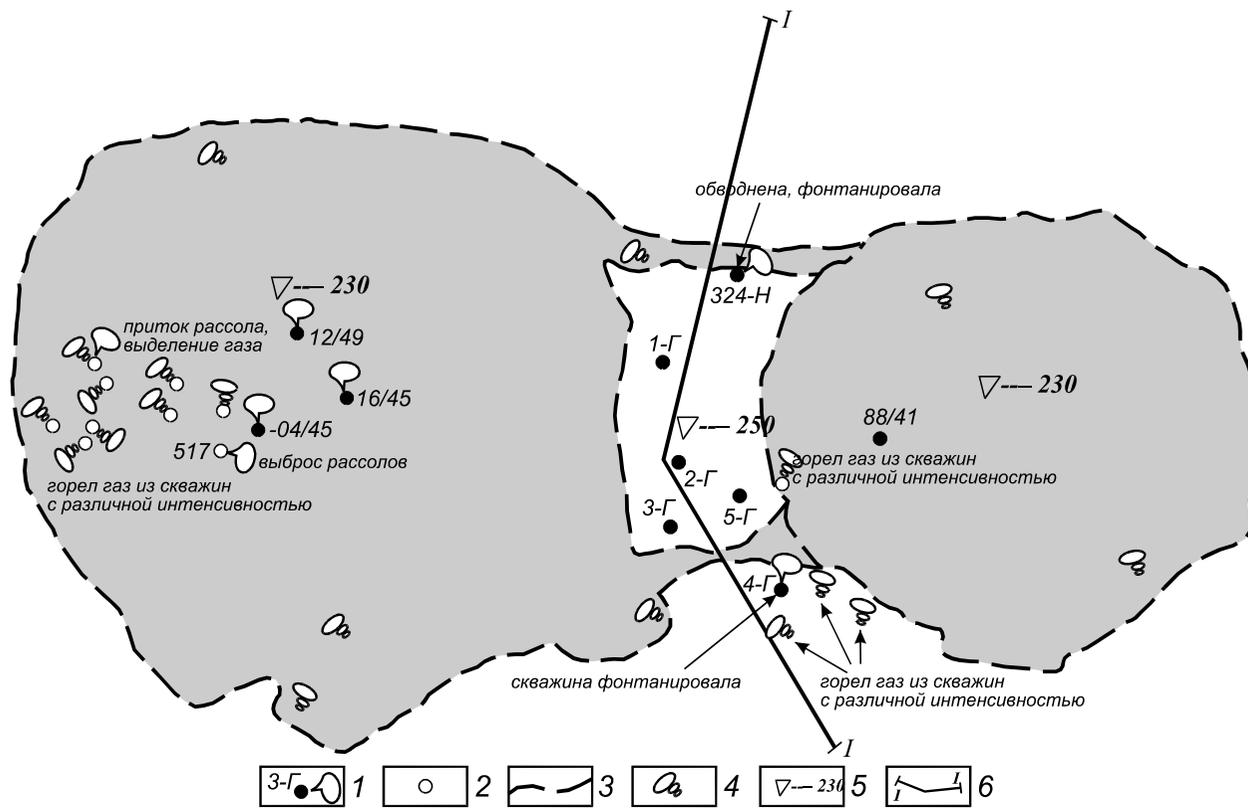
Кимберлитовая трубка состоит из двух сопряженных тел: Западного (большого по размерам) и Восточного (рис. 2).



**Рис. 1. Схематизация гидрогеологических условий месторождения трубки Удачной**

В верхней части разреза оба тела соприкасаются друг с другом и, начиная с глубин 250—270 м, расходятся в пространстве. В настоящее время оба рудных тела вскрыты карьером. Кроме этого, в рудной структуре месторождения установлено восемь кимберлитовых жил, а также три не-

больших сателлитных тела (до 5—10 м), структурно увязанных в две системы направлений с азимутами 63—65° и 85°. На глубоких горизонтах рудного узла по последним эксплуатационным данным произошла определенная пространственная трансформация взаимоотношений кимберлитовых тел.



**Рис. 2. План расположения скважин, опробованных опытнo-фильтрационными исследованиями:**

*I* — исследованная скважина; 2 — эксплуатационная скважина с газовыделениями; 3 — контакт кимберлитового тела; 4 — свободные газовыделения; 5 — абсолютная отметка горизонта; 6 — линия геологического разреза

Отмечены крупные инъекции кимберлитов Восточного тела, достигающие в объеме сотен тыс. м<sup>3</sup>, к западу по направлениям приконтактных зон, пересекающих межтрубное пространство.

Мощность зоны отрицательных температур на месторождении варьируется от 700 до 1050 м, с ярусом мерзлой толщи 180—250 м. Вблизи рудного тела зона отрицательных температур имеет максимальные значения, с удалением на юг от трубки происходит ее уменьшение до 700 м. Относительно пониженные температуры в юго-восточной части рудного массива обусловлены различиями теплофизических свойств самих кимберлитов, положением трубки в рельефе, влиянием газоносных и рассолообильных зон, то есть, сопряжены с так называемой «концентрационной конвекцией». Это положение подтверждается наличием водогазообильной зоны в Восточном теле трубки [Дроздов и др., 1989], которая имела кровлю водонасыщенных кимберлитов на 200 м выше, чем в западном теле и вмещающих осадочных породах, и, естественно, оказывает влияние на распределение температур в горном массиве.

Подземные воды, с которыми наиболее широко и в больших масштабах в настоящее время соприкоснулись при строительстве подземного рудника «Удачный», представляют собой высококонцентрированные природные растворы солей (крепкие рассолы), относящиеся по компонентному составу к кальциевому типу. Этот тип рассолов, с концентрацией солей свыше 400 г/л, связан с метаморфизацией минерализованных растворов древних солеродных бассейнов [Дроздов, 2004]. Если рассматривать эти подземные воды с разных пози-

ций, то можно обнаружить их резко противоположные качества. Являясь «жидкой рудой» и обладая рядом бальнеологических свойств, эти растворы имеют отрицательные показатели и свойства, сказывающиеся на эффективности строительства подземных сооружений, используемое электротехническое оборудование, применяемые материалы и т.д.

Рассмотрим особенности газонасыщенности и обводненности месторождения, как наиболее осложняющих природных факторов. К основным типам газовой составляющей в горных массивах вблизи трубки Удачной относятся три разновидности нахождения: свободная, сорбированная и растворенная [Дроздов и др., 1989]. Отмечена в определенных интервалах криогенных толщ и гидратная форма существования газовых эманаций. По составу основных компонентов природные газы месторождения, в большей части разреза, являются углеводородными (УВГ) с их вариациями. При этом подмерзлотные воды региона характеризуются повсеместной газоносностью, с наибольшим распространением в подземной гидросфере УВГ. Поступающие в горные выработки рассолы насыщены данным типом газов с содержаниями до 1,1 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> (среднее — 0,6). Доля метана в них составляет 75—85 %, концентрации тяжелых углеводородов возрастают до 1,9—10,0, содержание азота падает до 2—10, углекислого газа не более 2,8, водорода 0,1—1,2, гелия 0,2 %. Суммарное содержание сорбированных и свободных газов во вмещающих осадочных породах месторождения варьируется от несколько десятков до 7000 см<sup>3</sup>/кг. Причем, среднее содержание сорбированных газов, как правило, выше, чем свободных.

В составе как сорбированных, так и свободных газов глубоких горизонтов основное место принадлежит углеводородам (60—85 абс. %); в подчиненных количествах представлены  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2$ . Их содержания в газовых эманациях, как правило, не превышают первые проценты. Однако встречаются газовые ловушки в кимберлитовых телах трубки, где концентрации водорода в смеси могут превышать содержания метана. В кимберлитах спонтанные выделения УВГ приурочены, в основном, к зонам эндогенной трещиноватости, на контактах разных типов (фаз внедрения магматического вещества) и газовым ловушкам (участкам с пустотами выщелачивания) в рудных телах. Величина газонасыщенности отдельных проницаемых участков тесно связана с их тектонической нарушенностью, т.е. благодаря миграции газов из глубинных интервалов прилегающего

подземного пространства. Это наглядно подтверждается спонтанными газопроявлениями при вскрытии кимберлитоконтролирующих и приконтактовых зон рудных тел с вмещающими породами (рис. 3). Такие газовые факела или газо-водяные выбросы высотой до 15 м наблюдались в течение нескольких месяцев и обладали циклическим характером интенсивности, завися от многих причин: атмосферного и пластового давления, подтока газа, рассолов и т.д. Фильтрационные параметры кимберлитов довольно изменчивы, коэффициент водопроницаемости варьируется от 1–2 до 70 м<sup>2</sup>/сут, и в большинстве случаев превышают аналогичные показатели вмещающих пород.

Вмещающие осадочные породы месторождения трубки Удачной представлены тонким аритмичным переслаиванием различных литологических разностей кембрийских отло-



**Рис. 3.** Горение газа, выделяющегося из скважины 4-г в карьере (сентябрь, 2008 г.)

жений, обладающих большим разбросом значений трещиноватости, кавернозности и физико-механических параметров. Результаты испытаний образцов пород показали довольно широкие пределы физико-механических свойств. Коэффициент крепости для вмещающих пород по шкале М.М. Протодяконова колеблется от 1 до 11; а для кимберлитов от 2 до 12, и который напрямую зависит от типа руды (фазы внедрения). Наиболее низкие значения коэффициента крепости зафиксированы в мерзлых толщах и зонах дробления, а максимальные значения соответствуют интенсивно окремненным породам, реже в зонах гидротермальных изменений.

Анализ физических и прочностных параметров вмещающих пород и кимберлитов месторождения показывает, что с увеличением глубины залегания соответственно увеличивается плотность и прочностные характеристики пород, особенно кимберлитов, в 2—3 раза. Распределение коэффициента сцепления вмещающих карбонатных отложений по глубине выявило, что даже в пределах одномоетрового интервала изменения показателей могут отличаться в 3—5 раз. Инструментальная погрешность полученных показателей сведена к минимуму, а проведенный анализ показал, что результаты испытаний принадлежат к одной генеральной совокупности грунтов (вероятностью ошибки не более 5 %). Коэффициенты структурного ослабления пород на месторождении трубки Удачной колеблется в пределах: от 0,03 до 0,32, при этом данный показатель очень чувствителен к буровзрывным работам и может уменьшаться под влиянием взрывов в 5—10 раз. Такие колебания значений характерны и для других физико-механических свойств пород на месторождении и объясняются, прежде

всего, влиянием трещиной нарушенности горного массива.

### **Структурно-тектонические особенности трубки удачной**

Механизм формирования кимберлитовых трубок в верхней части литосферы обычно связывают с процессами растяжения, которые являются типичными проявлениями тектоники при рифтообразовании [Тектоника, 2004]. В пределах палеорифтовой зоны кимберлиты проникали в верхние горизонты земной коры по системам мелких скрытых каналов-трещин. Эти системы закладывались в областях пересечения глубинных выклинивающихся вверх по разрезу крупных зон растяжения, называемых кимберлитоконтролирующими структурами, и поперечных зон трансформных разломов. Эксплозивные процессы, сопровождались деструкцией локальных участков верхних частей консолидированной коры, изменением ее физико-механических свойств пород и увеличением газо- и водопроницаемости. К примеру, вскрытие в северо-восточном борту карьера Удачный кимберлитоконтролирующей зоны на горизонте +5 абс. м привело к увеличению водопритоков на 60—70 % от всего подземного стока, что позволило сделать вывод о прямой связи между ниже (на 200 м) распространенным наиболее водообильным среднекембрийским водоносным комплексом и открытой горной выработкой. Через зону тектонических нарушений рассолы мигрировали в карьерное поле из сопряженных областей, обладающих высокими фильтрационно-емкостными показателями отложений.

Дизъюнктивные деформации, пронизывающие толщи пород независимо от литологической и стратиграфической принадлежности, соединяют водонасыщенные пласты в

единую гидравлическую систему. Но существует ряд неопределенностей, выраженных в характере раскрытости и проницаемости дизъюнктивов как для подземных вод, так и газов по вертикали и латерали. Кроме этого, вторичные гидротермальные процессы (кальцитизация, сульфитизация и др.) наложили свой отпечаток на существующие зоны нарушений в кимберлитовых телах и во вмещающих осадочных толщах. Прежде чем оценивать роль разрывных нарушений в обводнении горных выработок необходимо детально отследить структурно-тектонические показатели кимберлитовой трубки и прилегающих массивов осадочных пород.

Разломы в районе месторождения образуют четкую регматическую сеть: ортогональную (субширотные и субмеридиональные системы) и диагональную (северо-западные и северо-восточные системы). Формирование этих систем, наиболее вероятно, связано с региональным полем напряжений, сбросовыми и сдвиговыми подвижками в фундаменте Сибирской платформы. Из анализа плотности разломов в районе стало очевидным, что плотность тектонических нарушений существенно возрастает в зонах влияния региональных дислокаций фундамента и достигает максимальных значений (более 13 % на единицу площади) в юго-западном и северо-восточном обрамлении трубки, где интенсивно развиты как околотрубочные деформации, так и оперяющие системы локальных разрывов Октябрьского межблокового разлома. Анализ тектонической обстановки на месторождении показывает, что оба тела кимберлитовой трубки Удачной расположены в четком разломном узле, образованном пересекающимися диагональными системами региональных разрывных нарушений (северо-восточной и несколькими северо-западными), ослож-

ненными мелкими околотрубочными локальными разрывами. При этом северо-восточная система, вероятно, является более мощной и ранней. Она обычно контролирует местоположение мелких кимберлитовых тел и жил в районе основной трубки.

Эта система четко прослеживается в уступах карьера и преимущественно выражена зонами дробления, системами мелких параллельных разрывов или крупных трещин, на плоскостях которых нередко наблюдается развитие глинки трения с отчетливо выраженными крутыми и иногда достаточно протяженными зеркалами скольжения. Судя по ориентировке штрихов скольжения на плоскостях крупных трещин и по скульптурам роста самих трещин по кинематическому типу северо-восточную зону разлома можно отнести к правому сдвигу.

Северо-западные системы разрывных нарушений выражены преимущественно зонами повышенной или интенсивной трещиноватости и катаклаза пород, особенно в верхних частях осадочного чехла. Они более молодые и контролируют большинство долеритовых интрузий в регионе. С влиянием этих деформаций в регионе связаны основные криогидрогеологические структуры для захоронения дренажных вод карьера трубки Удачной в верхней (мерзлой) части криолитозоны. В пределах карьера развиты в подавляющем большинстве крутопадающие системы трещин с углом падения от 50 до 90°. Горизонтальная трещиноватость проявлена преимущественно только по поверхностям напластования, то есть вдоль стратиграфических границ пород с разными реологическими свойствами. Плотность разрывных нарушений и зон повышенной тектонической трещиноватости в карьере трубки Удачной распределяется неравномерно и также отчетливо контролируется системами региональ-

ных разломов. Наиболее высокая плотность дизъюнктивных нарушений наблюдается в полосе влияния главного северо-восточного разлома, где она достигает значений более 3 % на единицу площади карьера.

Данные нарушения водонасыщены и по ним осуществляется гидравлическая связь с толщами пород, обладающими высокими емкостными параметрами. Высокие значения плотности разрывов отмечаются и вдоль зон разломов западного борта карьера (более 2 %) и практически по всему южному контакту кимберлитовых тел с вмещающими их породами. Как уже отмечалось ранее, северный борт карьера почти, а также северные контактовые зоны кимберлитовых тел практически на всем своем протяжении наименее нарушены разломными системами и плотность разрывов здесь минимальна, хотя сами трещины более крупные и протяженные.

В качестве основного критерия для выделения блоков с различной степенью нарушенности было использовано количество систем разноориентированных тектонических трещин и особенности строения полей тектонических напряжений. На основе полученных материалов составлена схема блоковой тектоники карьера трубки Удачная (рис. 4). Всего здесь выделяется 12 блоков. Аномально высоко нарушенным является блок № I в юго-восточной части карьера и вдоль южного обрамления кимберлитовых трубок, а также узкая полоса блоков (II) в зоне северо-западного разлома. В них фиксируется до 10 и более разноориентированных систем тектонических трещин. При этом, отмечается преимущественное распространение северо-восточных (аз. пад. 20–40°,  $\angle$  75–85°) и северо-западных (аз. пад. 300–320°,  $\angle$  75–80°) трещинных систем. В блоках № III и № IV таких систем наблюдается от 7 до 9, но в блоке № IV часто

преобладают северо-западные системы при таких же крутых углах падения.

В основном обводненные разломы рассматриваются как структуры, наложенные и подновляемые, которые обладают определенными для них особенностями (глубина, протяженность, степень раскрытия) и аномальными показателями (водобильность, нефтегазонасыщенность, химсостав флюидов). Общеизвестно, что открытые тектонические нарушения осадочного чехла играют роль каналов миграции флюидов с различных глубин и пространств. Это особо негативно проявляется в спонтанных газопроявлениях разной степени интенсивности, наблюдаемых в карьерном поле. Обобщая вышеизложенное, подчеркнем, что основной приток высокоминерализованных подземных вод в горные выработки (карьер и подземный рудник) на месторождении приурочен к трещинной нарушенности толщ пород, прилегающего горного массива осадочного чехла, главным образом, северо-восточного простирания, связанной с региональными древними разломными зонами глубокого заложения.

В 2007–2008 гг. для уточнения горно-геологических условий межтрубного пространства и рудных тел интервала –320...–380 абс. м, был пробурен ряд скважин, по которым проведено изучение физико-механических свойств пород и опытно-фильтрационные исследования по трассе будущих подземных выработок. Результаты изучения взаимоотношений крупных спаренных тел на больших глубинах показали на совершенно новое представление о строении приконтактных породных блоков, наложенных вторичных изменений отложений и их флюидонасыщенности.

Оказалось, что осадочные толщи пород межтрубного пространства не залегают субгоризонтально, а имеют грабеобразное строение, со ступенчатым

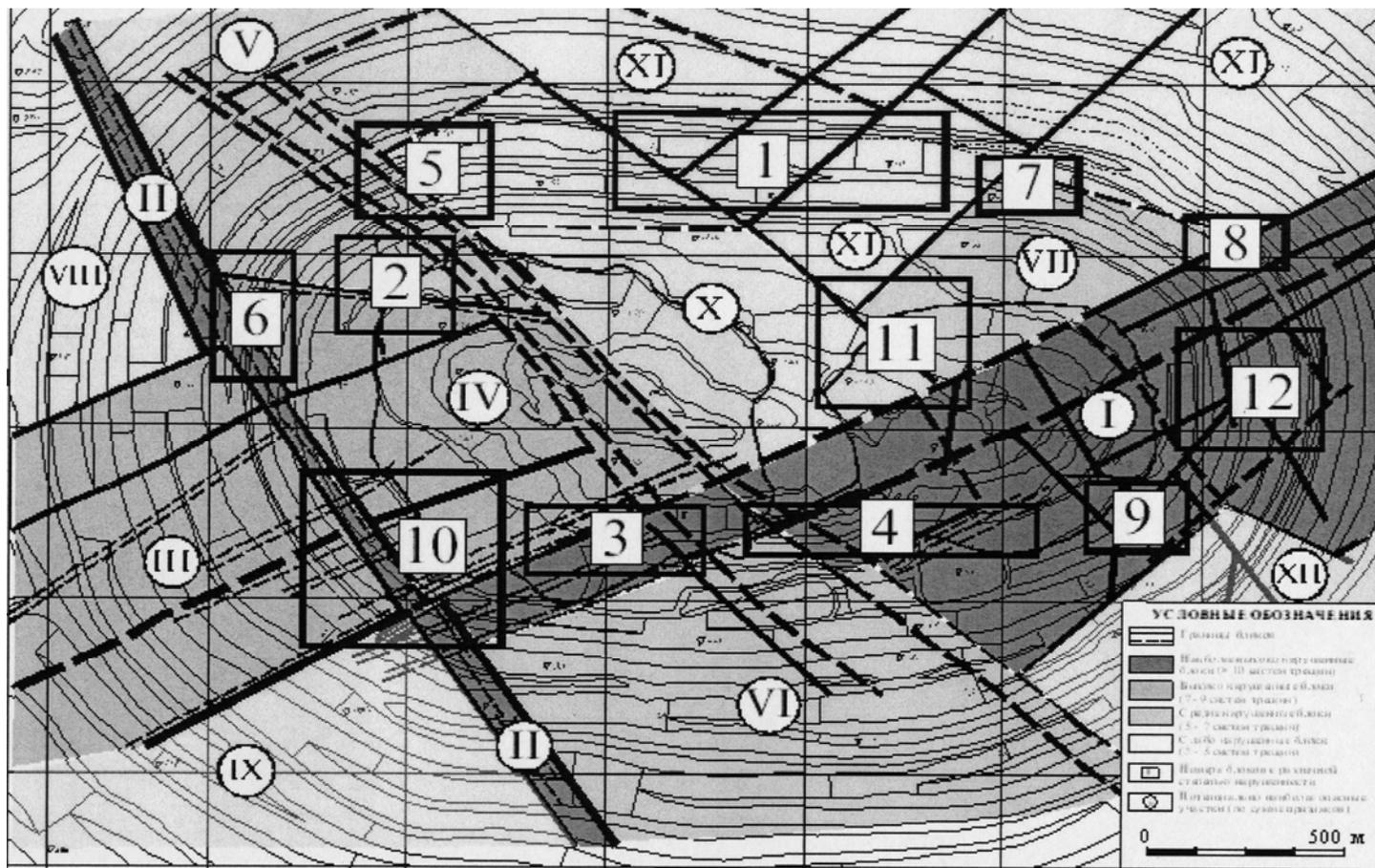


Рис. 4. Схема блокового строения карьерного поля трубки Удачной

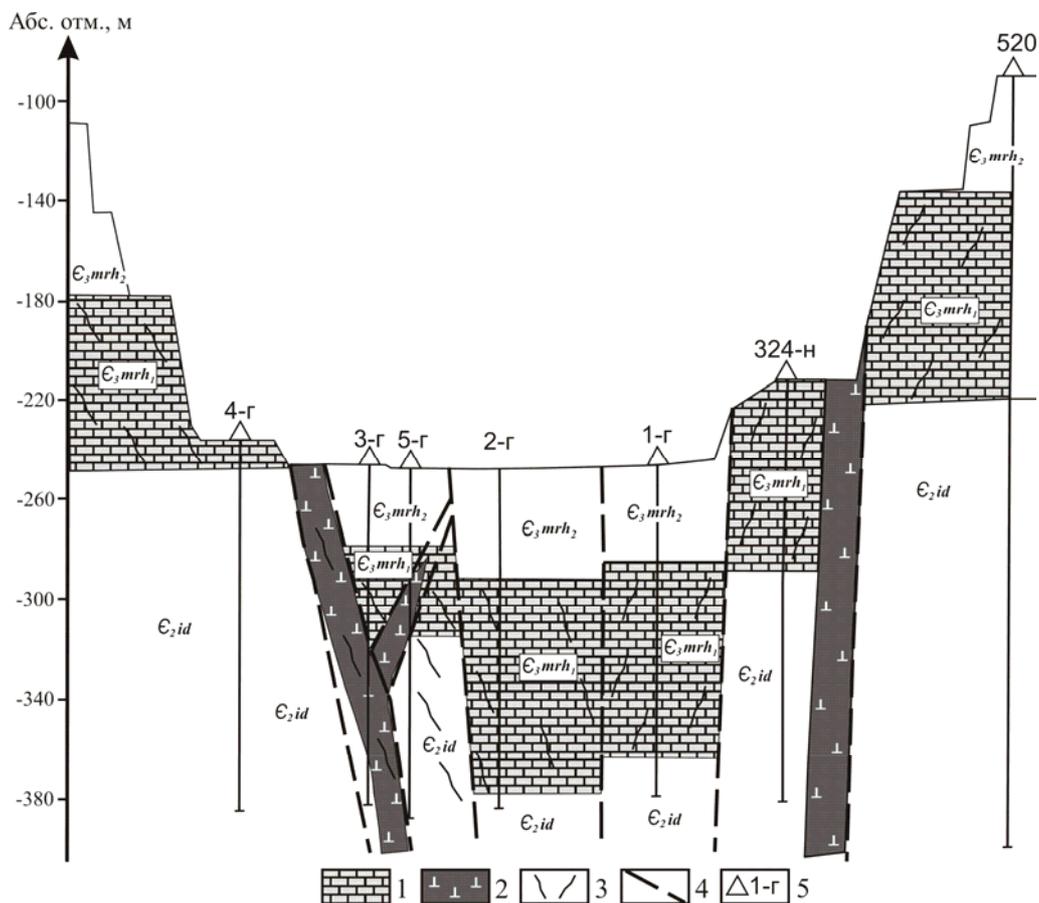
опусканием блоков и максимальной амплитудой смещения в центральной части около 140 м (рис. 5).

Исследование кернового материала выявило наличие многочисленных нарушений в породах, слагающих эти блоки. В керне скважин часто наблюдаются ступенчатые сбросы с амплитудой от 1 см и более, сбросы и узкие (от 3 до 8 см) зоны сколовых дислокаций сбросовой кинематики с разворотом мелких блоков внутри них и, нередко, с образованием брекчий. Плоскости трещин практически всегда крутые от  $70^\circ$  до вертикальных. Пологие системы наблюдаются только в зонах брекчий. В нижней части маркирующего горизонта по плоскостям мелких трещин широко развиты процессы растворения под давлением, создающие многочисленные, дополнительные каверны в породе, заполненные битумом и нефтью.

Опытно-фильтрационные исследования показали резко изменчивую степень водообильности массивов и повсеместную высокую газонасыщенность, которые напрямую связаны с трещинной нарушенностью и проницаемостью пород, подтоком флюидов по структурообразующим разрывам из прилегающих и ниже лежащих областей, вторичным выщелачиванием и последующим минералообразованием в коллекторах (таблица). Удельные дебиты опробованных скважин изменяются в диапазоне 0,001—3,1 л/с×м, что может подтверждать отсутствие пластового характера проницаемых зон (горизонтов). По большей части исследованных скважин до и после испытаний происходил самоизлив газонасыщенных рассолов, а по скважинам 324-н и 4-г расходы потоков достигали 18 м<sup>3</sup>/ч. Замеренные свободные газовыделения по скважинам 3-г и 4-г составили 60 и 400 л/мин.

Проведенные исследования вскрываемых толщ пород по межтрубному участку показали, что газо- и водопритоки в выработки при подходе к данным блокам горного пространства месторождения существенно возрастут (до 30—50 м<sup>3</sup>/ч), что снизит интенсивность их проходки до минимума и осложнит проводимые водоотливные и вентиляционные мероприятия в забоях. Особенно это проявится с южного и северного флангов месторождения, где вскрываются проницаемые трещинные нарушения кимберлитоконтролирующих разломов. Поэтому необходимо выполнение ряда мероприятий по локальному опережающему водоотбору, способствующему снижению гидродинамического давления в подземной гидросфере, осушению рабочего пространства в забоях и уменьшению газонасыщенности разрабатываемых породных массивов.

При подземной разработке месторождения дискретность сдвижения трещиноватых пород при изменении НДС проявляется сильнее, чем при открытом способе добычи. Для определения какой из потенциально возможных трещин окажется активной, необходимо вначале вести инструментальные наблюдения по всему блоку, а затем, после установления активного деформируемого участка, наблюдения сосредоточить именно на конкретном нарушении. Для безопасной отработки подкарьерных запасов, с целью предотвращения динамического воздействия массового сдвижения и обрушения вмещающих пород при изменении НДС в подземных горных выработках должны выполняться соответствующие мероприятия по проходке опасных зон, включающие, к примеру, оставление предохранительных целиков или создание предохранительных подушек.



**Рис. 5. Схематический геологический разрез межтрубного пространства по линии I-I:**  
 1 — реперная свита палеозойских отложений; 2 — кимберлитовое тело; 3 — трещиноватость пород; 4 — крупное тектоническое нарушение; 5 — скважина

**Результаты откачек рассолов из скважин в карьере Удачный**

Место опробования	Межтрубье						ЗРТ			ВРТ
	1-г	2-г	3-г	4-г	5-г	324-н	16/45	-04/45	12/45	88/41
Дебит, м <sup>3</sup> /ч	0,35	0,07	2,8	59	15	10	4,2	32	0,1	50
Понижение, м	113	90	96	43,2	68,5	47,8	71	43	50,1	4,5

По заключению ВНИМИ, мощность предохранительной подушки должна быть не менее 50 м. Породная подушка может создаваться сразу после окончания открытой разработки месторождения путем завоза и разме-

щения на дне отработанного карьера породы от вскрышных работ.

**Заключение**

Резюмируя вышеизложенное, можно сделать следующие основные выводы. Горно-геологическая ситуа-

ция на глубоких горизонтах месторождения достаточно сложная. Прочностные показатели кимберлитов и вмещающих пород на отдельных участках с глубиной возрастают, имея при этом гетерогенный характер. На состояние разрабатываемых массивов, в большей мере, сказывается их трещинная нарушенность, зависящая от структурно-тектонической обстановки. При отработке рудного блока –380 м и ниже в добычных забоях по разрывным нарушениям будет происходить миграция свободных газов, формироваться значительные водопритоки рассолов, содержащие растворенные взрывоопасные газы. Перехват мигрирующих водогазонасыщенных флюидов с прилегающих областей подземной гидросферы, путем создания локальных депрессий

при откачках, будет способствовать снижению газонасыщенности рабочего пространства подземных выработок. Поэтому необходимо выполнение ряда мероприятий по опережающему осушению и дегазации мест проходки выработок и строительства подземных сооружений рудника. Для обеспечения условий безопасного нахождения персонала при прохождении межтрубного участка трассы и работы оборудования в очистном пространстве подземных выработок необходима организация системы геомеханического мониторинга состояния массива в режиме реального времени с разработкой специальных мероприятий по технологии ведения горных работ в случае неблагоприятного развития геомеханической ситуации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаренко И.Ф., Дроздов А.В., Порохняк А.М. Изменение гидрогеологических условий горного массива при взрывных работах // Горн. журн. — 1985. — № 11. — С. 43—45.
2. 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.
3. Дроздов А.В. К вопросу о формировании криогидрогеологических структур Сибирской платформы // Наука и образование. — 2004. — № 4. — С. 62—69.
4. Дроздов А.В., Иост Н.А., Лобанов В.В. Криогидрогеология алмазных месторождений Западной Якутии. — Иркутск: Изд-во ИГТУ, 2008. — 507 с.
5. Тектоника и алмазоносный магматизм/ Н.Н. Зинчук, А.Д. Савко, П.Т. Шевырев. Воронеж: Воронежский ГУ, 2004. — 284 с. **ИЛАС**

#### Коротко об авторе

Дроздов А.В. — кандидат геолого-минералогических наук, геолог АУ СШСУ АК «АЛРОСА», Мирнинский шахтостроительный трест, e-mail: adrosdov@rambler.ru

