

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРОД СКВАЖИНЫ «ХЛЕБОЗАВОД Г-1» И ОКРЕСТНОСТЕЙ Г. ПЕТРОПАВЛОВСКА-КАМЧАТСКОГО

Аккуратова И. Ю.

Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга,

Научный руководитель: д. г.-м. н. Г. П. Авдейко

В 2012 году были отобраны породы, соответствующие породам керна поисковой скважины «Хлебозавод Г-1» для проведения исследований по проекту РФФИ № 12-05-00670-а. Разрез скважины глубиной 2542 м представлен сланцами, алевролитами, аргиллитами, песчаниками, дацитами. Так как керн скважины отсутствует, были отобраны аналогичные образцы горных пород в окрестностях города Петропавловска-Камчатского. Для проведения физических экспериментов и проведения натурных геофизических исследований по проекту были изготовлены штуфы заданной формы и переданы в специальную лабораторию для экспериментов.

Ключевые слова: аргиллиты, геофизический мониторинг, геофон, скважина, предвестники землетрясений.

ВВЕДЕНИЕ

Подготовка землетрясений происходит в сложно построенной геофизической среде, причём этот процесс охватывает лишь определённый объём, в котором происходят изменения физических свойств горных пород. Наблюдаемые с поверхности земли геофизическими методами эти изменения обычно интерпретируются как предвестники землетрясений [1-3].

Результаты непрерывных долговременных геоакустических измерений в скважинах района г. Петропавловска-Камчатского (рис. 1) показали, что комплексирование разных методов геофизического мониторинга, включая геоакустические измерения, даёт принципиальную возможность повышения надёжности выявления предвестниковых аномалий [4]. Для более глубокого исследования их физической природы и повышения эффективности краткосрочного прогноза землетрясений были установлены стационарные

геоакустические датчики в скважине Г-1, пробуренной для поиска термальной воды [5].

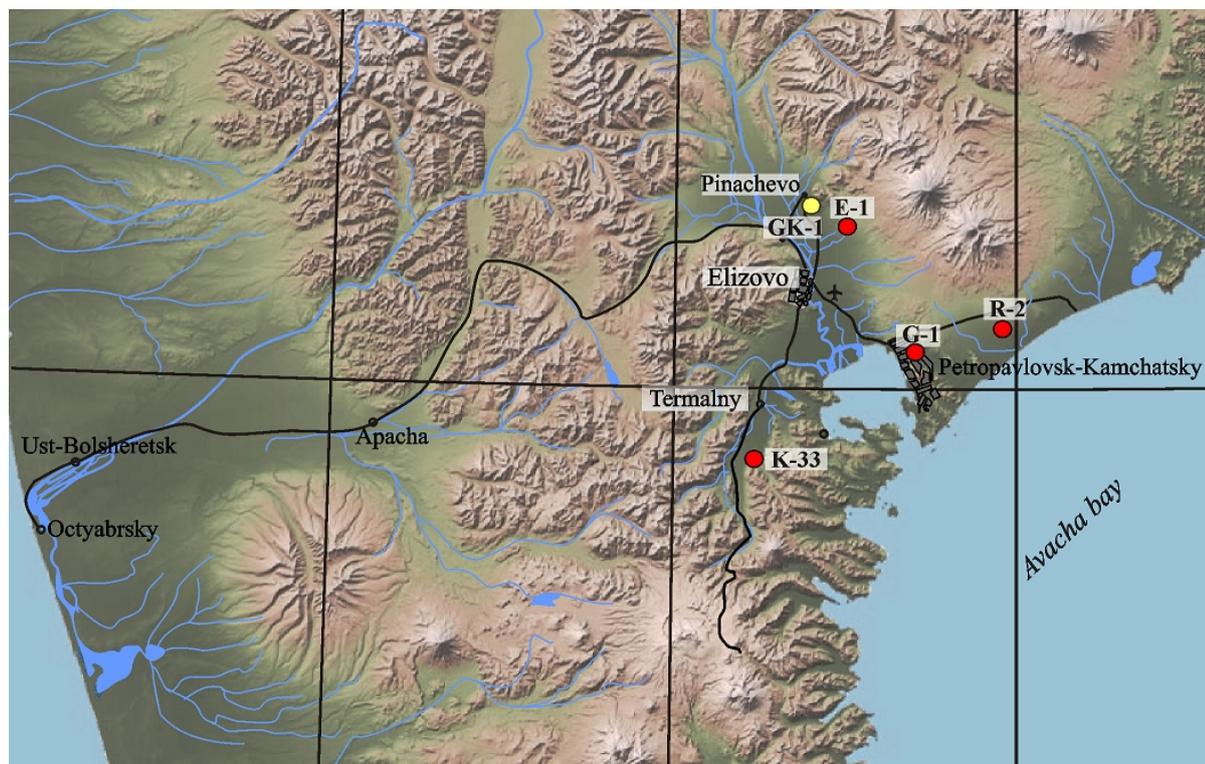


Рис. 1. Местоположение наблюдательных скважин, пробуренных в окрестностях г. Петропавловска-Камчатского.

ПОИСКОВАЯ СКВАЖИНА Г-1

В 1985 году для целей теплоснабжения начали проводить поисково-разведочные работы на геотермальные ресурсы в городе Петропавловске-Камчатском. Целью бурения явилось изучение геологического строения и гидрогеотермических условий в черте города и обнаружение промышленных запасов геотермальных ресурсов.

Использование наиболее эффективных и относительно недорогих геофизических методов прогноза и поиска термальных вод оказалось затруднительным из-за перенасыщенности в черте города металлических сооружений и большого числа кабельных коммуникаций. Отсутствие явных поисковых признаков – термопроявлений на поверхности, наличие в верхней части разреза толщи рыхлых отложений, содержащих холодные воды, при-

вело к необходимости глубокого бурения, как наиболее надежного, хотя и дорогого метода поиска.

Обоснование выбора точки заложения глубокой скважины Г-1 «Хлебо-завод» глубиной 2500 м было составлено Институтом вулканологии ДВО АН СССР. В результате анализа фондовых и литературных материалов по геологии, гидрогеологии, геотермии и геофизической изученности наиболее перспективным, с точки зрения получения промышленных запасов термальных вод, перспективным представлялся разлом северо-западного простирания, проходящий по руслу ручья Совхозного и реки Кирпичной. Разлом был закартирован всеми проводившимися здесь методами площадных геологических и геофизических исследований. Место бурения было определено в точке расположения тектонического узла разломов с предположительно увеличенным по ним тепломассопереносом.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ УЧАСТКА ЗАЛОЖЕНИЯ СКВАЖИНЫ

Анализируя строение скважины Г-1, можно отметить, что верхняя часть разреза до глубины около 109 м сложена терригенными рыхлыми отложениями голоценового возраста. Ниже с угловым несогласием залегают рассланцованные алевролиты, предположительно позднемелового возраста с многочисленными прожилками кварца. Ниже терригенных пород залегают роговообманковые андезиты и андезибазальты. Начиная с глубины 591 м, верхнемеловые породы вниз по скважине сменяются роговообманковыми диоритами плейстоценового возраста (рис. 2), аналогичными диоритам сопки Мишенной. Суммарная мощность диоритов около 140 м. На глубине 794 м снова появляются переслаивающиеся чёрные и тёмные аргиллиты мелового возраста. Аргиллитовый разрез с прослоями алевролитов и песчаников продолжается до основания скважины, т.е. до глубины 2542 м. Разрез скважины свидетельствует о том, что верхняя часть разреза до глубины

около 590 м, по-видимому, представляет собой относительный аллохтон – пластину, надвинутую на плейстоценовые роговообманковые диориты, что наложило отпечаток на тектоническую раздробленность пород. На поверхности породы, соответствующие породам керна, обнажены на склонах сопки Зеркальной, Петровской, Никольской, Сигнальной, горы Мишенной, где и были отобраны образцы в количестве 42 штук для изучения их строения и изготовления штуфов требуемого размера.

Аргиллиты, аналогичные верхней части разреза скважины, обнажены на северном склоне сопки Петровской и на восточном склоне г. Мишенной. Близкие к ним породы встречаются также в обнажениях безымянных сопки в бассейне среднего течения ручья Кирпичного.

На аргиллитах с размывом залегает толща чередующихся алевролитов и песчаников, причём в низах разреза преобладают алевролиты, а в верхах разреза – песчаники. Суммарная мощность этой толщи на участке – не менее 800 – 900 м. На поверхности эти породы обнажаются на склонах сопки Зеркальной и в пределах микрорайона «Горизонт».

Акустический геофон расположен в скважине на глубине 1035 м, где распространены чёрные и тёмно-серые аргиллиты.

Весь комплекс описанных выше пород подвергся метаморфизму и зеленокаменным изменениям (по первичным минералам развиты хлорит, эпидот, кальцит, кварц). От 5 до 20 % объёма пород в разрезе занимают прожилки и жилы молочно-белого кварца, имеющего метаморфогенное происхождение. Вся толща смята в складки. Выделяется несколько порядков складчатости, от первых метров до первых километров. Все породы в различной степени кливажированы. Слои разбиты разновозрастными трещинами. Большая часть из них – трещины скола, закрытые, короткие, хотя и многочисленные (до 50 – 100 трещин на погонный метр разреза). В генетическом отношении складчатость и трещиноватость, по-видимому, связаны формированием надвиговой пластины.

<i>Геологический разрез</i>	<i>Мощность слоя, м</i>	<i>Глубина залегания подачи слоя, м</i>	<i>Краткое описание пород</i>	<i>Геологический возраст</i>
	32,0	32,0	<i>Песчано-глинистые отложения с прослоями пирокластических пород.</i>	Q_4
	51,0	83,0	<i>Валунно-галечниковые отложения с прослоями песка и глины.</i>	Q_4
	25,8	108,8	<i>Алевролиты, песчаники, измененные м прослоями песка, глины.</i>	Q_4
	412,2	520,0	<i>Алевролиты рассланцованные, зеленые, с многочисленными прожилками кварца, мощностью от миллиметров до 2 см. По плоскостям скола породы пиритизированы.</i>	K_2^2
	71,0	591,0	<i>Андезиты роговообманковые, измененные, в интервале 589-591 м - андезибазальты плотные, темно-серые.</i>	K_2^2
	56,0	647,0	<i>Диориты порфировые, в интервале 641-647 м алевролиты рассланцованные.</i>	Q_1
	87,0	794,0	<i>Диориты роговообманковые, по трещинам преобладают гидро-термальные минералы: кальцит, пирит.</i>	Q_1
	101,0	835,0	<i>Аргиллиты черные, в интервале 834-835 м с прослоями кварца мощностью до 8 см.</i>	K_2^1
	565,0	1400,0	<i>Переслаивание черных и темно-серых аргиллитов. Породы плотные, крепкие, с многочисленными прожилками кварца. В интервалах 1002,2 и 1110,5 м - прослой черных глинистых сланцев мощностью соответственно 3 см и 1 м.</i>	K_2^1

Рис. 2. Геологический разрез скважины Г-1 до глубины слоя положения геофона (1035 м).

По всему разрезу вмещающих пород, за исключением плейстоценовых роговообманковых диоритов, наблюдаются зеленокаменные изменения с развитием по основным породообразующим минералам кварца (рис. 3), хлорита, кальцита и рудных минералов. Развиты также мусковит, эпидот,

пренит, актинолит, пеннин, сфен, ильменит. Интенсивность изменений возрастает с глубиной. В тонких трещинках, секущих породы, откладывается кварц, кальцит и мусковит. Диориты почти не изменены. В диоритах повсеместно распространён пирит. По степени изменения диоритов можно констатировать, что их внедрение произошло уже после зеленокаменных изменений вмещающих пород. Изменения же диоритов связаны с деятельностью гидротермальных процессов. В самих диоритах наблюдаются тончайшие прожилки кальцита.



Рис. 3. Зеленокаменно измененный алевролит с жилой кварца.

В нижних приконтактных зонах крупных тел диоритов выявляются зоны гидротермальной проработки пород, которые носят наложенный характер. Гидротермальные изменения произошли уже в постраниплейстоценовое время (после внедрения диоритов). По керну описаны две такие зоны. Верхняя зона - на глубине 734,0 м (мощность около 1 м). Вторая зона мощностью около 1 – 2 м – на глубине 2510,5 м. Здесь также наблюдается и более молодая наложенная гидротермальная минерализация.

Учитывая, что наложенная минерализация развивается по вторичной гидротермальной минерализации постратнеплейстоценового времени, следует предположить, что циркуляция гидротермальных растворов происходила в позднее-плейстоцен-голоценовое время.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УЧАСТКА

В результате бурения скважины Г-1 в пределах рассматриваемого участка не было вскрыто никаких мощных водоносных горизонтов и трещиноватых зон. Верхняя толща четвертичных отложений оказалась не обводнённой.

По данным геофизических исследований подземные воды вскрыты скважиной в интервалах глубин 1700 – 1800 м, 2412 – 2422 м, 2500 – 2530 м. Опробование вскрытых зон каждой в отдельности проведено не было.

Результаты химического анализа термальных вод показывают, что выведенные воды могут быть отнесены к трещинно-жильным водам зоны затруднённого водообмена. По-видимому, они связаны с гидротермальной системой, расположенной на большой глубине, так как выводятся системой почти вертикальных трещин. На их глубинное происхождение указывают как данные химического анализа, так и характер трещин в кернах, поднятых при бурении. По-видимому, скважина Г-1 не попала в зону активной циркуляции термальных вод. Ею, скорее всего, вскрыта периферийная зона циркуляции, фильтрация в пределах которой происходит по тектоническим трещинам малой раскрытости. Основные теплопроводящие трещины на участке залечены вторичными минералами, а существующие имеют весьма слабую связь с зоной глубинной циркуляции.

Из-за малой перспективности участка для получения промышленных притоков термальных вод, скважина глубиной 2542 м, выполнившая своё назначение, была передана Институту вулканологии в 1987 году для проведения работ, связанных с поиском гидрогеохимических и гидрогеодинамических предвестников сильных землетрясений Камчатки. К сожалению,

керновый материал не был передан, что и явилось причиной поиска их аналогов в окрестностях г. Петропавловска-Камчатского.

В ходе исследований в полевой сезон на поверхности в окрестностях города Петропавловска-Камчатского был отобран материал, соответствующий материалу керна скважины Г-1, для проведения исследований по проекту РФФИ № 12-05-00670-а.

Особое внимание было уделено обнажениям пород на склонах сопки Толстый мыс, представляющим собой чёрные и тёмно-серые рассланцованные аргиллиты, туфоалевролиты, с многочисленными прожилками кварца, так как геофон, установленный в скважине, находится в слое таких пород.

Итак, целью работ являлся отбор материала, соответствующего утерянному материалу керна скважины Г-1, опровержение или подтверждение соответствия пород, изготовление образцов заданной формы в случае подтверждения соответствия для проведения геофизических исследований по проекту РФФИ № 12-05-00670-а.

По результатам изучения текстурно-структурных особенностей и минерального состава пород образцов района г. Толстый мыс установлено, что образцы, представленные сланцами и андезибазальтами, предположительно мелового возраста; в образцах, соответствующих нижней части разреза, уменьшается количество и мощность кварцевых жил, увеличивается трещиноватость, по сравнению с образцами, соответствующими верхней части разреза; с глубиной в породах увеличивается содержание SiO_2 ; материал однородный, что свидетельствует о близости областей сноса вулканогенных и осадочных частиц; степень рассланцевания как первичного вулканогенно-осадочного, так и вторичного гидротермально-метаморфического и пропилитизации возрастает с глубиной, также как и спектр, и содержание рудных минералов; гидротермально-метаморфическое рассланцевание пород особо интенсивно проявлено в зонах повышенной трещиноватости и брекчирования. Выявлено, что отобранный материал соответствует мате-

риалу керна скважины Г-1, что позволяет использовать образцы в дальнейших геофизических исследованиях, связанных с поиском предвестников сильных землетрясений.

Были изготовлены образцы формы параллелепипед (основание 5 x 5 см, высота 10 см) для проведения геофизических исследований по проекту РФФИ № 12-05-00670-а в городе Пермь.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данные бурения указали на малую перспективность участка для получения промышленных притоков термальных вод. В связи с этим, скважина «Хлебозавод Г-1» глубиной 2542 м, выполнившая своё назначение, была передана Институту вулканологии для проведения работ, связанных с поиском гидрогеохимических и гидрогеодинамических предвестников сильных землетрясений Камчатки.

Результаты пробных краткосрочных прогнозов землетрясений в реальном времени позволили перейти к пробным краткосрочным прогнозам камчатских землетрясений в реальном времени.

Как показывают результаты наблюдений и опыт прогнозов, в настоящее время на основе данных скважинных геоакустических измерений для Камчатского региона с высокой степенью надежности в реальном времени, прежде всего, можно отслеживать периоды, когда вероятность сильных землетрясений очень мала.

1. В 2000 г. на базе скважины Г-1 в районе г. Петропавловска-Камчатского был создан пункт непрерывных скважинных геоакустических наблюдений с использованием высокочувствительного геофона, установленного на глубине 1035 м.

2. Непрерывные геоакустические измерения в глубоких скважинах являются эффективным методом мониторинга напряженно-деформированного состояния геологической среды и могут явиться основой для надежных методов краткосрочного прогноза землетрясений, что

подтверждается результатами пробных краткосрочных прогнозов в реальном времени.

3. Для проведения геофизических исследований по проекту РФФИ № 12-05-00670-а на поверхности были отобраны образцы пород, соответствующие породам керна, изготовлены и описаны шлифы, изготовлены образцы заданной формы для дальнейших исследований в городе Пермь.

Автор выражает благодарность В. А. Гаврилову за постановку задачи исследований и постоянные консультации, а также научному руководителю Г. П. Авдейко.

Работа выполнена по проекту РФФИ 12-05-00670-а.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляков А. С. Магнитоупругие акустические геофоны для геофизических исследований // Сейсмические приборы. М.: ОИФЗ РАН, 2000. Вып. 33.
2. Добровольский И. П. Механика подготовки тектонического землетрясения. М.: Наука, 1984.
3. Моргунов В. А., Любашевский М. Н., Фабрициус З. Э. Геоакустический предвестник Спитакского землетрясения // Вулканология и сейсмология. 1991. №4.
4. Широков В. А. Опыт краткосрочного прогноза времени, места и силы камчатских землетрясений 1996 - 2000 гг. с магнитудой $M = 6 - 7,8$ по комплексу сейсмологических данных // Геодинамика и вулканизм Курило-Камчатской островодужной системы. Петропавловск-Камчатский, ИВГиГ ДВО РАН. 2001.
5. Отчёт о результатах бурения на термальные воды поисковой скважины Г-1 на участке «Хлебозавод» Петропавловской площади в 1986 – 1988 гг. Петропавловск-Камчатский, 1988.

SOME CHARACTERISTIC OF ROCKS FROM “CHLEBOZAVOD G-1” HOLE AND OF PETROPAVLOVSK-KAMCATSKI ENVIRONS

Akkuratova I. Yu.

Rock samples analogous the same from core of the searching G-1 hole for research RFFI project No 12-05-00670a. Cross-section of the hole consist of argillites, alevrolites, sandstones, dacites. As core of the hole is absent, samples of analogous rocks was sampled in environs of the Petropavlovsk-Kamchatski. Pieces of rocks of the defined form was made and propagated into special laboratory for physical experiments.