

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ В 2004 ГОДУ

В.Е. Кац

ОАО «Геологическое предприятие «Алтай-Гео», с. Майма

Произошедшее 27 сентября 2003 г. на территории Республики Алтай Чуйское (Алтайское) землетрясение и активный афтершоковый процесс, сопровождающий его до настоящего времени, оказывают негативное комплексное воздействие на состояние геологической среды, в т.ч. на подземные воды. По опубликованным материалам [7] афтершоковый процесс при землетрясении такой силы и природы может длиться годы и десятилетия. Это приведет к тому, что геологическая среда на протяжении многих лет будет испытывать аномальное воздействие сейсмических событий, т.е. состояние её будет неустойчивое и отразится на всех депонирующих средах – природных водах, породах зоны аэрации, почвах и ледниках.

Ретроспективный анализ режимных наблюдений за состоянием подземных вод осуществляемый ТЦ «Алтайгеомониторинг» с 2000 г. на территории Республики Алтай показал, что в целом в Алтае-Саянском бассейне подземных вод в последние три года (с 2001 г.) перед землетрясением прослеживалась тенденция повсеместного понижения уровня и расхода вод. К 2003 г. понижение уровня вод четвертичных отложений составило 0,2-1,0 м водоносных зон палеозойских и протерозойских пород до 2,0 м. Уровень подземных вод в Телецкой озерной котловине уменьшился весьма незначительно (на 0,15 м). Характер режима напорных и субнапорных вод олигоцен-миоценовых отложений в Чуйском бассейне был неоднозначным – наряду с увеличением напора вод на ряде водных объектов, установлены скважины, в которых самоизлив уменьшился в 1,5-3 раза, а в родниках дебит уменьшился до 2 раз.

Перед землетрясением существенно изменился гидрохимический тип вод - увеличилась минерализация (до 2 раз), содержание аммония - до десяти раз. В миоценовых водах Чуйского бассейна увеличилась минерализация за счет роста концентраций катионов и анионов в 1,2-1,3 раза, величина рН возросла до 9,1. В водах олигоцен-миоценовых отложений увеличились концентрации всех микрокомпонентов, за исключением сульфатов и магния, количество которых уменьшилось в 1,2. раза. Величина рН возросла с 7,11 (фоновая) до 9,2, т.е. воды стали щелочными. Особенность состава вод в этот период – увеличение в них концентраций железа и бария в 1,1 раза, марганца и хрома в 2,0 раза, цинка в 3,0 раза, алюминия в 11 раз [3,4].

По материалам мониторинговых исследований ТЦ «Алтайгеомониторинг» в 2004 г. установлены новые интересные факты по режиму подземных вод. Как уже отмечалось [3,4], как в момент основного толчка, так и в афтершоковый период в эпицентральной части землетрясения (~50 км зона) наблюдались выбросы подземных вод и водно-грязевых масс из колонок, скважин и родников. На значительном удалении от эпицентра землетрясения в с. Дмитриевка (более 300 км) практически во всех колонках в момент основного толчка вода «исчезла» и восстановилась только через 1-1,5 месяца. «Иссяк» лечебный родник Чулышманский и восстановился только через 4 месяца.

Активный афтершоковый процесс сказывался в зимний период 2003-2004 г.г. на состоянии вод. Так, в районе с. Ербалык (765-767 км Чуйского тракта) по левому борту р. Чуи отмечались «висячие» наледи. По-видимому, здесь по трещинам поднимались подземные воды в результате небольших толчков. В Чуйской впадине, особенно в эпицентральной части землетрясения, где наиболее сильно проявились сейсмодислокации, установлены многочисленные наледи. Особенностью наледообразования в 2004 г. является наличие наледей с гидрогеогенными источниками питания, количество которых существенно превышали таковые в предыдущие годы. Особенность этого периода при продолжающихся афтершоковых явлениях – появление новых восходящих источников подземных вод с дебитом 1-5 л/сек и солоноватым составом. Как правило, большинство источников разгружались из гидролакколитов.

По гидрохимическому составу вновь образовавшиеся источники условно можно разделить на две группы. Первая включает родники, зафиксированные в пределах центральной части Чуйской впадины (район с. Тобелер), состав вод в которых сульфатно-хлоридный магниевый-натриевый с минерализацией до 4,14 г/дм³. Во вторую группу можно отнести родники, образовавшиеся в южной прибортовой части впадины, в бассейне р. Талтура. Состав вод этих родников преимущественно гидрокарбонатный магниевый-кальциевый, минерализация до 2,58 г/дм³. Химический состав вновь образованных родников более или менее уверенно позволяет утверждать, что изливающиеся из них в результате землетрясения подземные воды имеют глубинный характер. Родники, возможно, каптируют седиментационные воды из галогенных (соленосных) образований. Об этом факте свидетельствуют высокие содержания магния, наличие сероводорода, слабосоленоватый и солоноватый состав вод родников. О возможном наличии соленосных отложений в Чуйской впадине отмечалось В.И. Крупчатниковым [5] при оценке перспектив юго-восточного Алтая на выявление промышленных месторождений каменной соли. Возможно также, что через вновь образованные родники изливаются напорные подземные воды из локальных скоплений минеральных вод типа источника Джегитай, который находится в юго-восточной части Чуйской впадины. Воды этого источника по заключению Томского Института Курортологии и Физиотерапии отнесены в качестве условного аналога к минеральным водам кислотного типа согласно ГОСТ 13273-88 [2].

На восточном фланге Кош-Агачского буроугольного месторождения, находящегося в северной прибортовой части Чуйской впадины, в 2004 г. зафиксированы многочисленные сейсмодислокации и установлены факты изменения топографии озер (контуры, размеры) и их гидрохимия. В целом более чем в 4 раза уменьшилась минерализация (в 2002 г. было 80 г/дм³, в 2004 г. установлено 20,7 г/дм³), в т.ч. уменьшились содержания кальция в 3,7 раза, магния - в 4,5 раза, натрия (с калием) - в 4 раза, нитратов - в 1,5 раза, сульфатов - в 8 раз, в тоже время увеличились концентрации хлоридов в 2 раза, величина рН возросла в 1,4 раза (до 10,3), ионов аммония - в 15 раз, урана - в 7 раз. Это привело к изменению гидрохимического состава вод в озерах с сульфатного магниево-натриевого в сульфатно-хлоридный магниево-натриевый.

Анализ динамики пьезометрической поверхности подземных вод в Республике Алтай в 2004 г. имел в целом тенденцию к возвращению к уровню вод в 2002 г. (до землетрясения). Характер изменения уровня вод в приподнятых структурах (горсты, выступы, блоки) имел положительную динамику – поднимался уровень вод и увеличивались расходы родников. Дебиты родников и расходы самоизливающихся скважин в опущенных структурах (Ануйском, Уйменско-Лебедском прогибах и Пыжинском грабене) либо сохранились на уровне 2003 г., либо незначительно уменьшились. Несколько асинхронно выглядит режим подземных вод в Катунском блоке. Здесь в 2004 г. имели место два сейсмических события с магнитудой более 3 баллов, в результате которых в г. Горно-Алтайске появились термальные воды. Общая тенденция гидродинамических показателей состояния подземных вод в районе города и прилегающей территории либо сохранились на уровне 2003 г. либо продолжалось падение уровня и уменьшение расхода их. Наиболее контрастно это проявилось на действующих водозаборах в г. Горно-Алтайске, где уровень вод опустился на 1-3 м при сохранившихся водоотборах на уровне 2003 г.

Появившиеся в результате сейсмических событий термальные воды в г. Горно-Алтайске на улице Северной, 16 на протяжении полугодового периода наблюдений сохраняли температуру от 30°С до 48°С. В колонке по ул. Осипенко, находящийся в 1,5 км западнее Северной, температура воды колебалась от 16,5 до 24°С, в с. Ая до 30°С.

Город Горно-Алтайск в геолого-тектоническом плане находится в весьма сложных условиях. На карте новейших разломов – это зона герцинских глубинных разломов с амплитудой перемещений до 500 м [1]. Практически по центру города проходит шовная зона крупного сквозного надвига субмеридионального направления, которая хорошо интерпретируется по геофизическим данным и откартирована по многочисленным тектоническим разрывам при геологической съемке. В геологическом плане на территории города развиты карбонатно-терригенные породы венд-кембрийского и вулканогенные образования кембрийского возрастов, которые на определенных глубинах, видимо, прорываются интрузиями гранитоидов. Наличие гранитных тел лейкократового состава было установлено при геологической съемке масштаба 1:50000, а также при бурении гидрогеологических скважин в долине р. Майма. Кровля отдельных гранитных тел, по имеющимся материалам, может находиться на глубине 15-90 м от дневной поверхности. По устным сообщениям жителей по ул. Осипенко отмечается, что потепление вод в индивидуальных колонках имело место неоднократно. Как правило, это наблюдалось осенью и зимой и особенно заметно стало в последние годы. Анализ геолого-геофизических и гидрогеологических материалов по району города и прилегающей территории позволяет предположить, что в гидрогеологическом разрезе исследуемого района, по-видимому, имеются скопления термальных вод. Характер вод безнапорный, так как не выявлено пока ни одного естественного источника. В результате тектонических подвижек имевших место в момент сейсмических толчков, напор термальных вод по отдельным трещинам увеличился, поднялся их уровень. Это привело к смешению термальных вод с водами зоны трещиноватости палеозойских пород и водами четвертичных отложений.

Особенность гидродинамического режима подземных вод в г. Горно-Алтайске и на прилегающих территориях за изученный период – сложный (изрезанный) характер пьезометрического уровня вод. На фоне сезонной динамики в отдельные периоды фиксировался локальный подъем уровня вод и рост дебита в родниках. В эти же периоды устанавливались качественные изменения в составе вод – резко уменьшались концентрации азотистых соединений (до 15 раз), увеличивались концентрации катионов и сульфатов (до 2,5-3,5 раз), увеличивалась мутность. По гидрохимическому составу воды в колонке по ул. Северной гидрокарбонатные натриево-кальциевые, пресные (минерализация 0,3-0,6 г/дм³), нейтральные либо слабо щелочные (рН 7,7-9,12). Содержание радона в двух пробах отобраных из колонки по улице Северной и проанализированных в радиологической лаборатории ЦСЭН по Республике Алтай составляли 35-41 Бк/дм³ и 27-36 Бк/дм³, т.е. воды слабо радоновые. Концентрация урана по данным СФ «Березовгеология» в колонках – 0,48 мкг/дм³ и 2,4 мкг/дм³ соответственно по ул. Северной и Осипенко. Из проанализированных микроэлементов в воде колонки по ул. Северной установлена метакремниевая кислота (44,9 мг/дм³), бор (0,73 мг/дм³), свинец (0,15-27 мкг/дм³), кадмий (0,07-2,0 мкг/дм³), марганец (0,02-0,04 мг/дм³), цинк (0,018-0,36 мг/дм³), медь (2,1-5,0 мкг/дм³), литий (до 9,0 мкг/дм³), мышьяк (до 0,6 мкг/дм³), ртуть (0,17-0,3 мкг/дм³), т.е. весьма широкий спектр глубинных микроэлементов. В домах по улицам Северной и Осипенко, по данным ЦСЭН, по Республике Алтай установлен радон в количестве 1994 и 2224 Бк/м³ (при ПДК 100 Бк/м³). По гидрохимическому составу, набору микроэлементов, наличию метакремниевой кислоты, радона вода в колонке по ул. Северной в первом приближении сопоставляется с водами курорта «Белокуриха» и может рассматриваться как природный бальнеологический источник.

В результате продолжающихся афтершоков гидрохимический состав подземных вод в республике остается в целом непостоянным, зачастую сложным. Особенность качества изученных в 2004 г. подземных вод - их щелочной характер. В 50 из 95 обследованных источников питьевых вод в населенных пунктах республики величина рН составила более 9. Наиболее щелочные воды зафиксированы в населенных пунктах Кош-Агачского, Усть-Коксинского и Усть-Канского районов, т.е. районах находящихся в сейсмоактивных зонах.

Негативной особенностью подземных вод, как и в предыдущем году, является обогащение их тяжелыми и токсичными элементами. Концентрации алюминия до 1,5-8,0 ПДК, лития от 0,013 до 0,49 мг/дм³, ртути от 0,032 до 1,92 мг/дм³, урана от 0,013 до 0,16 мг/дм³, а также мышьяк, сурьма, марганец, литий, кадмий, свинец, цинк и другие элементы-токсиканты установлены практически во всех опробованных водных объектах республики. Положительным фактором влияния афтершоков на подземные воды является очищение их от азотистых соединений (нитраты, нитриты, аммоний). Практически на всех водозаборах в республике в 2004 г. концентрации их уменьшились от 2 до 10 раз.

Изученный характер гидродинамического режима подземных вод и их нестабильный гидрохимический состав, появление термальных вод свидетельствуют о формировании на севере республики в пределах Катунского блока напряженного участка земных недр с активной сейсмической деятельностью. В структурно-тектоническом плане этот участок тяготеет к шовной зоне крупного Катунского глубинного разлома, который примыкает на юге республики к тектоническим структурам, в пределах которых находится эпицентральная часть Чуйского землетрясения.

Анализ приведенного материала показывает, что в результате продолжающегося афтершокового процесса Чуйского землетрясения в целом по республике и особенно в ее северной части происходят аномальные изменения в режиме и качестве подземных вод.

Литература

1. Бокачкин Б.М. История тектонического развития Горного Алтая в кайнозой. – М: Недра, 1981
 2. Кац В.Е. Минеральные, минерализованные и экологически чистые воды на территории Республики Алтай и их использовании. В сб. Минерально-сырьевая база Республики Алтай: состояние и перспективы развития. – Горно-Алтайск: КИР по РА, 1998
 3. Кац В.Е., Робертус Ю.В. Гидрогеологические особенности в эпицентральной части Чуйского землетрясения. В сб. Алтайское (Чуйское) землетрясение, прогнозы, характеристика, последствия. – Горно-Алтайск: ГАГУ, 2004
 4. Кац В.Е. Динамика гидрогеологических параметров подземных вод в Горном Алтае в результате Чуйского землетрясения. В сб. Контроль и реабилитация окружающей среды. Материалы IV международного симпозиума. – Томск: Институт оптического мониторинга СО РАН, 2004
 5. Крупчатников В.И. Оценка перспектив Юго-Восточного Алтая на выявление промышленно-значимых месторождений каменной соли. -с. Майма: ФГУП «Алтай-Гео», 1994 (фонды).
 6. Куликов Г.В., Желваков А.В. Минеральные лечебные воды СССР.- М: Недра, 1991
 7. Основы гидрогеологии. Геологическая деятельность в истории воды в земных недрах. – Новосибирск: Наука, 1982.
-