

носных пластов. Так, залежи газа в нижнемеловых (K_1) и эоценовых (P_2) отложениях Бейсугского месторождения приурочены к тектонически экранированным и антиклинальным ловушкам.

В слоистой структуре месторождения зафиксировано несколько газоносных горизонтов, разделенных флюидоупорами. Встает вопрос о том, как объяснить многоярусность скоплений газа. Объяснить ее просто горизонтальной миграцией недостаточно. Возникает необходимость в привлечении идей вертикальной миграции.

Связь с газоносностью определяется сейсмическим глубинным очагом, подводящим каналом и залежью. По флюидодинамической модели (1) углеводороды образуются в очаге землетрясения и по подводящим каналам попадают в залежь. Залежь мы можем наблюдать на примере любого месторождения. Проблема состоит в понимании природы очага землетрясений и каналов связи с залежью. По каким каналам осуществляется связь с очагом формирования углеводородов? В предлагаемой диапировой (сеймотектонической) модели (1) такими каналами выступают листрические разломы. Разломная расслоенность в чехле платформ и консолидированной коре обеспечивает связь очагов землетрясений с зонами нефтегазоносности и, в частности, с грязевыми и другими диапирами.

Абиогенный синтез углеводородов, возможно, здесь связан с начальной стадией диапиризма. Бейсугская антиклинальная складка, возможно, по тектоническим разломам питается углеводородами из глубины, на что указывают листрические разломы.

Также возможен биогенный синтез углеводородов и связанная с ним осадочно-миграционная модель нефтегазообразования, которая предполагает образование нефти и газа в нефтематеринских породах, в данном случае в триас-нижнеюрских ($T-J_1$)(глинах), и последующей миграцией микронепти в коллектора, по тектоническим разломам.

Библиографический список

1. Попков В. И. Грязевой вулканизм, сейсмичность и нефтеносность / В. И. Попков, В. А. Соловьев, Л. П. Соловьева // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2010. – № 6. – С. 27–32.

ВЛИЯНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА РЕЖИМ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Г.Л. Бондарева, начальник гидрогеологического отдела
ОАО «Кавминкурортресурсы», г. Ессентуки,
тел.: 89283482263; e-mail: bondarevaGalina@mail.ru

Рецензент: Бакирова С.Ф.

Рассматривается влияние сейсмической активности Северного Кавказа на режим минеральных вод Пятигорского месторождения.

Influence of seismic activity of North Caucasus on the mode of mineral waters of the Pyatigorsk deposit is considered in the article.

Ключевые слова: минеральные воды, сейсмическая активность, режим.
Key words: mineral waters, seismic activity, mode.

Влияние сейсмической активности на режим минеральных вод установлено в ряде работ [2–4, 6]. Как правило, предметом наблюдений были характерные изменения гидрогеодинамических, гидрогеохимических и гидрогеотермических параметров режима источников или специально оборудованных наблюдательных скважин, регистрирующиеся до, во время и после сейсмических событий. Частота наблюдений варьировала от почасовых до нескольких в месяц.

Аналогичные наблюдения на Пятигорском месторождении минеральных вод, выполненные в процессе его эксплуатации, также зарегистрировали изменения гидрогеодинамических и гидрогеохимических параметров водопунктов в связи с землетрясениями Северо-Кавказского региона.

Регион Кавказских Минеральных Вод (КМВ) характеризуется наличием мощных секущих зон активных разломов и узлов их пересечения, меридиональной ориентировкой поднятий, повышенным уровнем фоновой сейсмичности, молодым магматизмом. Пятигорское месторождение минеральных вод располагается на восточном фланге Минераловодского выступа, в тектонически и магматически активной зоне сопряжения Предкавказской зоны краевых прогибов и поднятий и складчато-глыбового сооружения Большого Кавказа с Транскавказским поперечным поднятием, с которым многие исследователи связывают повышенную сейсмическую активность Кавказа [1, 5].

По данным ИОЦ Геофизической службы РАН (г. Обнинск), за период 1934–2009 гг. на территории Северного Кавказа произошло более 2500 землетрясений с $M \geq 4,0$. Автором был выполнен статистический анализ данных многолетних режимных наблюдений гидрогеодинамических и гидрогеохимических параметров скважин и источников Пятигорского месторождения минеральных вод (по среднемесячным значениям), а также параметров землетрясений (глубина H , класс K , магнитуда M). При этом рассматривались следующие выборки: все землетрясения Северного Кавказа (2500), землетрясения, произошедшие в радиусе 400 км от Пятигорского месторождения (1678), 300 км (1005), 200 км (532), 150 км (108) и 100 км (70).

Для всех выборок была установлена связь гидрогеодинамических и гидрогеохимических параметров скважин и источников всех водоносных горизонтов и комплексов с энергетическим классом землетрясений. Наибольшая теснота связи характерна для землетрясений, эпицентры которых расположены в радиусе до 200 км от Пятигорского месторождения.

Как показывает опыт гидрогеологических наблюдений на Северном Кавказе, гидрогеодинамический и гидрогеохимический отклик подземных вод, предшествующий землетрясению, ко- и постсейсмический, наблюдается для событий с магнитудами $M \geq 5$, эпицентры которых удалены от пунктов наблюдения на расстояние до 400 км.

28.02.1978 г. произошли два землетрясения на территории КМВ ($K = 11,8$, $M = 4,0$ и $K = 12,7$, $M = 4,5$, расстояние от г. Пятигорска соответственно 25 и 40 км), с интенсивностью сейсмического эффекта в эпицентральной части 7–8 баллов. После сейсмических толчков снизился дебит ист. Лермонтовский-2 и Кабардинский (chQ) соответственно с 340 до 230 м³/сут и со 150 до 103 м³/сут. Восстановление дебитов до прежних значений произошло через 9 суток после землетрясений. Перед сейсмическими толчками в оз. Провал (K_2) отмечался быстрый подъем уровня воды, которая изливалась с дебитом 190 м³/сут. После землетрясений уровень снизился на 3 см, а дебит сокра-

тился до 22 м³/сут. В воде скв. 17 было отмечено 5-кратное увеличение содержания H₂S.

4.03.1984 г. на территории Чеченской Республики, в 235 км от г. Пятигорска, произошло два землетрясения с одним эпицентром ($K = 14,0$, $M = 5,2$ и $K = 14,5$, $M = 5,5$). При этом минерализация воды скв. Провальской (K_2) резко снизилась с 3 до 1,5 г/л за счет уменьшения содержания всех макрокомпонентов ($Na+K^+$, Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}), концентрация CO₂ в воде изменилась с 1,26 до 0,12 г/л, H₂S – с 10 до 1 мг/л. Восстановление указанных параметров до средних значений произошло через 5 месяцев после землетрясений. Уровни скв. Восточная и 33 (K_2) непрерывно понижались с июня 1982 по январь 1984 г., а с марта 1984 г. испытали резкий подъем на 2,25 м, который продолжался в течение 3 месяцев после землетрясений. Дебит ист. 4-Теплый нарзан (P_{1T}) увеличился с 2,2 до 3,3 м³/сут. Через 3 месяца после событий началось такое же резкое падение его дебита до средних значений – 2,4–2,5 м³/сут. Дебит Радиошtolьни 2 (chQ) за год до описываемых событий, с марта по сентябрь 1983 г., снизился со 132 до 49 м³/сут, достигнув к марту 1984 г. значения 41,8 м³/сут (минимум за 1938–2009 гг.), после чего к июню 1984 г. вырос до 216 м³/сут, т.е. более чем в 5 раз. Аналогичным образом изменялось содержание Rn в воде Радиошtolьни 2: с начала 1983 г. и до момента землетрясений отмечалось его уменьшение с 45 до 23 пКи/л, после чего к августу 1984 г. содержание Rn возросло до 49 пКи/л.

Разрушительное Спитакское землетрясение (Армения) произошло 7.12.1988 г. ($K = 15,4$, $M = 6,0$, расстояние от г. Пятигорска – 380 км). По скв. Провальская наблюдались предвестниковые эффекты, начавшиеся за 9 месяцев до землетрясения и проявившиеся в росте минерализации и концентрации всех макрокомпонентов и газов почти в 2 раза, достигнув максимума в июне 1988 г. (M 4,57 г/л, CO₂ 1,37 г/л, H₂S 11 мг/л), после чего началось их резкое уменьшение. Минимум минерализации был зафиксирован в сентябре 1988 г. (M 2,04 г/л, CO₂ 0,74 г/л, H₂S 2 мг/л). В момент землетрясения минерализация воды скв. Провальской составляла 2,71 г/л, содержание CO₂ – 0,94 г/л, H₂S – 3 мг/л. После землетрясения наблюдались постсейсмические эффекты – подобный предвестниковому рост минерализации и газосодержания, который достиг максимума в апреле 1989 г. (M – 3,9 г/л, CO₂ – 1,4 г/л, H₂S – 7 мг/л), но не превысил показатели за июнь 1988 г. Дебит Радиошtolьни 2 за год до землетрясения, с ноября 1987 по февраль 1988 г., снизился со 176 до 95,5 м³/сут, после чего, к маю 1988 г. вырос до 151 м³/сут и к сентябрю опять понизился до 111 м³/сут, достигнув к моменту землетрясения 150 м³/сут. Содержание Rn в воде Радиошtolьни 2 с января по июль 1988 г. выросло в 2 раза – с 48,8 до 83,9 пКи/л (максимум за 1969–2009 гг.), составив в октябре 1988 г. 53,1 пКи/л.

Рачинское землетрясение (Грузия) 29.04.1991 г. ($K = 17,0$, $M = 6,9$, расстояние от г. Пятигорска – 158 км) вызвало максимальный за весь период наблюдений (июль 1959 г. – декабрь 2009 г.) подъем уровня скв. Восточная (K_2), который начался за месяц до землетрясения и достиг 2,8 м. Пик роста уровня произошел через 2 месяца после события, после чего наступило его резкое падение. Аналогично изменялся уровень скв. 33, выросший в это же время на 2,9 м. Дебита ист. Теплосерный 3 (chQ) с сентября 1990 г. и до момента совершения землетрясения увеличился с 383,5 до 508 м³/сут. В мае и июне дебит сохранял максимальные значения, после чего до февраля 1992 г. наблюдалось его понижение до 363 м³/сут. Похожим образом изменялся в

рассматриваемый период дебит ист. 4-Теплый нарзан. Дебит Радиоштольни 2 с июля по октябрь 1990 г. снизился со 179 до 129 м³/сут, восстановившись с марта по июнь 1991 г. до прежних значений. Содержание Rn, напротив, с февраля по декабрь 1990 г. увеличилось с 34,7 до 52,2 нКи/л, в апреле произошло его резкое снижение до 39,5 нКи/л.

Снижение дебитов ист. Теплосерный 3 и 4-Теплый нарзан с июля по февраль 1992 г. и затем их увеличение, первого – в 1,4 а второго – в 1,5 раза к июню-августу 1992 г., предшествовали другому крупному землетрясению – Барисахскому, зарегистрированному 23.10.1992 г. (К = 16,1, М = 6,4, расстояние от г. Пятигорск – 240 км).

С 1994 г. отмечается рост геодинамической активности на Кавказе, проявившейся на Пятигорском месторождении в изменении характера гидрогеодинамического режима водопунктов (значительном уменьшении амплитуд изменения уровней (напоров) и дебитов).

По водопунктам Пятигорского месторождения минеральных вод была выявлена реакция гидрогеодинамических и гидрогеохимических параметров на землетрясения региона КМВ, Грузии, Армении и Чечни. Влияния землетрясений, зарегистрированных на территории Дагестана и Азербайджана, установить не удалось. Как показывает анализ расположения эпицентров землетрясений, наибольшее влияние на режим Пятигорского месторождения оказывают те из них, которые расположены в юго-восточном направлении от него. Вероятно, это обусловлено тектонической приуроченностью эпицентров землетрясений к Транскавказскому поперечному поднятию.

Зафиксированные гидрогеодинамические и гидрогеохимические аномалии параметров режима водопунктов происходили как в сторону их увеличения, так и в сторону уменьшения. Отмечены аномалии, предшествующие землетрясению, ко- и постсейсмические с различным периодом их проявления – от суток до нескольких лет, что позволяет выделять краткосрочные и среднесрочные эффекты. Степень их проявления, очевидно, зависит от параметров конкретного землетрясения – величины магнитуды М, гипоцентрального расстояния до пункта наблюдения R, глубины очага Н. Резкое повышение дебита самоизливающихся водопунктов можно объяснить увеличением флюидного давления в водоносной системе во время прохождения деформационных волн. По этой же причине, а также в связи с увеличением концентрации СО₂ и понижением плотности порового флюида, происходит повышение уровня воды. Понижение уровня (напора) и уменьшение дебита, по видимому, являются следствием развития трещинообразования и увеличения объема порово-трещинного пространства в водонасыщенных породах. Как правило, в области сжатия водонасыщенных пород наблюдается повышение уровня воды, а в области растяжения – его понижение. В целом положение уровня подземных вод отражает тектоническую ситуацию региона.

Существующая дискретность данных режимных наблюдений не позволяет подробно проанализировать особенности проявления гидрогеосейсмических вариаций. Однако в целом результаты исследования подтвердили наличие влияния как дальних сильных, так и близких слабых землетрясений на режим минеральных вод изучаемого месторождения.

Таким образом, сейсмичность территории Северного Кавказа является одним из важнейших факторов, формирующих гидрогеодинамический и гидрогеохимический режим Пятигорского месторождения минеральных вод.

Библиографический список

1. *Гурбанов А. Г.* Транскавказское направление вулканизма: причина, следствие и эпитегрмальная минерализация / А. Г. Гурбанов, О. А. Богатиков, А. Я. Докучаев [и др.] // Вестник Владикавказского научного центра : сб. науч. тр. – Владикавказ, 2007. – Т. 7, № 3. – С. 25–44.
2. *Киссин И. Г.* Землетрясения и подземные воды / И. Г. Киссин. – М. : Наука, 1982. – 176 с.
3. *Копылова Г. Н.* Сейсмичность как фактор формирования режима подземных вод / Г. Н. Копылова // Вестник КРАУНЦ. – М., 2006. – Вып. 7, № 1. – С. 50–66.
4. *Круткина О. Н.* Земноприливные колебания уровня подземных вод и их изменения при подготовке землетрясений на Северном Кавказе / О. Н. Круткина, Л. Д. Пруцкая // Уральский геофизический вестник. – 2006. – № 9. – С. 27–33.
5. *Рогожин Е. А.* Тенденции развития сейсмичности Кавказа и сейсмогенерирующие зоны Ставрополя / Е. А. Рогожин, Ю. В. Нечаев [и др.] // Разведка и охрана недр. – 1998. – № 2. – С. 23–28.
6. *Стахеев Ю. И.* Геохимические предвестники землетрясений / Ю. И. Стахеев // Российский химический журнал. – 2005. – Т. XLIX, № 4. – С. 110–119.

ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕЗИСА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АНОМАЛЬНОГО РАЗРЕЗА БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ

В.Ю. Кузовкова, инженер II-й категории отдела мониторинга сейсмогеологических моделей, аспирант

*Центр сейсмических исследований ООО «КогалымНИПИнефть»,
Кубанский государственный университет, г. Краснодар,
тел.: 8-34-667-6-53-51; e-mail: KuzovkovaVY@nipi.ws.lukoil.com*

Рецензент: Серебряков А.О.

Рассмотрены основные теории образования аномального разреза Баженовской свиты. Представленная новая модель и конкретные физические материалы формирования «аномального бажена» позволяют по-новому оценить перспективы нефтегазонасыщенности на территории Вартовского свода Западной Сибири.

Main theories of formation of abnormal cut of Bazhenov suite have been viewed in the article. A new model presented and concrete physical materials of formation of “abnormal Bagen” allow us to estimate the prospects of oil and gas bearing on the territory of Vartovsky vault of Western Siberia in a new way.

Ключевые слова: Баженовская свита, бурение, сейсморазведка, нефтегазоносный бассейн.

Key words: Bazhenovskaya suite, drilling, seismic exploration, oil and gas basin.

Баженовская свита впервые выделена Ф.Г. Гурари (1959 г.) как пачка в составе Марьяновской свиты и отображена в региональной стратиграфической схеме 1960 г.

Согласно решению VI межведомственного стратиграфического совещания, баженовский горизонт принимается в районе верхов нижневолжского-бериасского ярусов.

В последние годы методика сейсморазведки МОГТ-3D получила наибольшее распространение. Почти все земли Вартовского свода покрыты съемкой в формате 3D, что позволяет создать более полную картину исследо-