

О СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКЕ В РАЙОНЕ ПАВЛОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Р.К. Шакуров¹, Д.Р. Шакуров²

¹ Уфимский филиал МГГУ им. М.А. Шолохова

² ОАО «Башнефтегеофизика»

Павловское водохранилище расположено в среднем течении реки Уфы (Караидель). Одноименная гидроэлектростанция была полностью пущена в 1959 году. Полный объем водохранилища 1411 млн. м³, полезный — 952 млн. м³. Средняя площадь зеркала 116 км², длина 150 км, средняя ширина 770 м, средняя глубина 11,7 м (наиболее 23–35 м), высота плотины 41,3 м.

Как известно, искусственное вмешательство в ход сейсмогенеза приводит к непредсказуемым последствиям. Например, заполнение водохранилища на реке Койна (Индия) объемом 2780 млн. м³ началось в 1961 г., а начиная с 1962 г., когда объем воды не достигал и половины проектного, стали появляться слабые сейсмолочки. С середины 1963 г. по данным индийских сейсмологов, количество и сила толчков увеличились. В сентябре 1967 г. уже отмечено 154 толчка магнитудой 2–3 и силой 3–4 балла. Сильный толчок (магнитуда 5,5) зафиксирован 13 сентября 1967 г. А в ночь с 10 на 11 декабря 1967 г. в Индии произошло разрушительное землетрясение близ гидроэлектростанции Койна на Деканском плато (магнитуда 6,3–6,4; интенсивность более 8 баллов), сопутствовавшее заполнению крупного водохранилища. В последующие годы уровень воды в водохранилище был снижен и сейсмическая активность уменьшилась. Но она резко возросла в 1973 г., когда уровень воды достиг максимальной отметки. В этот период был отмечен ряд толчков магнитудой до 5,1.

Одно из крупнейших в мире водохранилищ Кариба емкостью около 170 млрд. м³ расположено на р. Замбези, на границе между Замбией и Зимбабве. Его заполнение началось в конце 1958 г., а с середины следующего года здесь появились сейсмические толчки. В августе 1963 г. водохранилище было заполнено и начиная с этого времени по ноябрь 1963 г. последовала серия сильных (магнитудой до 6) сейсмолочков.

Водоохранилище Кремаста (Греция) начало заполняться 21 июля 1965 г. Начиная с августа в близлежащих селениях уже ощущались слабые сейсмолочки, участвовавшие к концу года и особенно в январе 1966 г. 5 февраля 1966 г. произошло землетрясение магнитудой 6,3. Его эпицентр находился вблизи северного берега водохранилища. Землетрясение вызвало большие разрушения, оползни и обвалы.

Заполнение водохранилища оз. Мид (США), образованное при перекрытии р. Колорадо, началось в 1935 г. Сейсмические толчки здесь начали ощущаться уже с сентября 1936 г., когда уровень воды поднялся более чем на 100 м. В последующие годы, по мере повышения уровня воды, сейсмоактивность нарастала. Д. Кардер обратил внимание на то обстоятельство, что частота толчков увеличивалась в периоды сезонных повышений уровня воды. Всего за 10 лет было зафиксировано около 6000 толчков (наибольшее количество отмечалось в радиусе до 25 км от водохранилища). Землетрясение магнитудой 5 произошло 5 мая 1939 г. К этому времени заполнение водохранилища объемом 35 млрд. м³ закончилось.

Еще одна серия землетрясений, которые определенно были вызваны заполнением водохранилища, была отмечена в Китае к северу от Гуанчжоу.

Строительство плотины на реке Синьфын высотой 105 м было закончено в 1959 г., после чего стало отмечаться возрастающее число местных землетрясений, причем в 1972 г. их произошло более 250 тысяч. Конечно, в основном это были очень слабые толчки, но 19 марта 1962 г. произошло сильное землетрясение с магнитудой 6,1. Выделившейся энергии оказалось достаточно, чтобы повредить бетонную плотину. Большинство землетрясений возникло на глубине менее 10 км; очаги были приурочены к тому участку, где глубина водохранилища

была наибольшей, а некоторые гипоцентры совпали с пересечениями главных разломов этого района. Усиление сейсмической активности отмечено также при заполнении водохранилищ гидроэлектростанций Синфынь в Китае, Монтинар во Французских Альпах, Марафон в Греции, Талбинго в Австралии, Куробе в Японии, Бенмор в Новой Зеландии, Канелль в Испании, Вайонт в Италии.

Павловское водохранилище заполнялось в 1958–1949 годах. Оно сооружено на месте, где поблизости не было ни городов, ни крупных населенных пунктов с высокими инженерными сооружениями. По результатам опроса старожилов, которые в момент заполнения чаши Павловской плотины работали и жили в этом районе, достоверной информации о каких-либо толчках получить не удалось. Опрошенные отвечали неопределенно, как-то: «может и были какие-то толчки, только не придавали значения; вроде что-то ощущали типа сотрясения; кто-то рассказывал, что там-то на крыше труба печная наклонилась и т.п.». То есть достоверной информации на момент заполнения водохранилища не имеется. В настоящее время нам важно то, как будет вести себя земная кора в этом районе, если вода с водохранилища будет спущена. С истечением времени после заполнения сейчас на этой площади обстановка такая же, как и по всей площади Уфимского плато и прилегающих территорий. То есть геодинамическая обстановка, которая могла бы усиливаться вследствие деятельности человека, в данный момент уравновешена, она спокойная. Давление водных масс на Павловском водохранилище не вызывает каких-либо изменений в напряженном состоянии земной коры. Другое дело, если для ремонтно-профилактических работ вода с водохранилища будет спущена, то нарушится геодинамический баланс и произойдут подвижки по разломам, которые сейчас находятся в спокойном состоянии.

Западнее Павловского водохранилища проходит «коридор» магистральных трубопроводов. В первую очередь сейсмолетки произойдут на территории коридора трубопроводов в интервале Бильгишка – Поляна, тот участок, который находится в непосредственной близости от Павловского водохранилища. Спуск воды в данном случае исполнит роль спускового крючка.

Возникает закономерный вопрос, каким образом вода, наполнившаяся водохранилище, способствует возникновению землетрясения? Расчеты исследователей показывают, что на глубине в несколько километров добавка скалывающего напряжения составляет какие-то доли бара (которое, естественно, обусловлено добавочным весом воды). Автор придерживается мнения, суть которого заключается в следующем. Нагрузка воды, усиленная ее увеличением при наполнении водохранилища, передается в толщи горных пород в виде волн или импульса приобретенного давления. Вследствие малой скорости распространения этой волны, проходит несколько месяцев или лет, чтобы преодолеть расстояние порядка 5–7 км, в зависимости от проницаемости и степени раздробленности слагающих пород. В момент, когда импульс давления достигает зоны очага развития роя (очага) микротрещин, он способствует притоку в них воды и, таким образом, ослаблению напряжений, которые препятствуют развитию проскальзывания и упругой отдачи по разломам под действием уже существующей в породе тектонической упругой деформации.

Обычно на площади, где предполагают строить плотину и где существует вероятность возникновения землетрясений, принимают необходимые меры. Как-то: 1) Независимо, идет ли речь о возбужденных или естественных землетрясениях, надо уже на стадии проектирования оценить интенсивность колебаний грунта, которую сооружение должно выдержать в течение срока службы; 2) до начала строительства необходимо выполнить высокоточную геодезическую съемку района, чтобы можно было обнаружить любые новые деформации земной коры, связанные с заполнением водохранилища; 3) для изучения воздействия сейсмических толчков на ранней стадии строительства необходимо установить сейсмографы. Важно также установить мареографы, по которым можно будет измерять в водохранилище крупные волны (сейши). В случае отсутствия записывающих приборов, предназначенных для измерения интенсивности сейсмических колебаний и реакции плотины, сильное землетрясение с близким очагом поставит вопросы, на которые не удастся ответить. Например, если возник-

нут повреждения конструкции плотины, а необходимые измерения выполнены не будут, то окажется невозможным сравнить поведение плотины с проектными условиями сейсмостойкости. Следовательно, нельзя будет судить о том, как данное сооружение будет реагировать на более сильные толчки; невозможно будет и принять правильное решение о ремонте, укреплении и дальнейшей эксплуатации плотины.

Литература

Болт Б. Землетрясения: Общедоступный очерк. Пер. с англ. М.: Мир, 1981. 256 с.

Сейсмогенез и структура центрального Башкортостана / *Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А., Ковачев С.А., Шакуров Р.К.* Уфа: АН РБ, 1996. 72 с.

К ВОПРОСУ О СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ БАШКОРТОСТАНА

Р.К. Шакуров¹, Д.Р. Шакуров²

¹ Уфимский филиал МГГУ им. М.А. Шолохова

² ОАО «Башнефтегеофизика»

Башкортостан расположен на юго-востоке Восточно-Европейской платформы и южной части складчатого Урала. Характер ее сейсмических проявлений является в основном типичным для этих регионов. Здесь происходят и макросейсмически описаны (для инструментальной регистрации нет постоянно работающей стационарной сейсмостанции на территории Башкортостана) три типа землетрясений — тектонические, оползневые, карстовые. Еще выделяются техногенные и вызванные удаленными землетрясениями альпийского и других складчатых поясов и сейсмических областей.

Упоминание в литературе о самом давнем по времени землетрясении мы нашли [5] в опубликованном в 1648 г. газетой «Оренбургские ведомости» очерке известного уфимского краеведа В.С. Юматова, записанного им со слов жителей Чубиминской волости [7]. В нем говорится: «За несколько лет до взятия русскими Казани ... недалеко от нынешней деревни Сарт-Хосяновой... наконец сделалось землетрясение, земля кричала ..., потом была жестокая зима с глубоким снегом» [7]. В работе «Тысячелетняя история необычных явлений природы» [1] самая ближайшая к этой дате (1551) холодная зима в Казанском ханстве, куда входила и описываемая территория, отмечалась в 1549 г. Упомянутая в рассказе деревня Сарт-Хосяново расположена в 0,5 км к востоку от райцентра Чишмы (на левобережье реки Калмашка, правого притока р. Дема) и сейчас известна под именем Илькашево.

По мнению некоторых исследователей [2], озеро Аслыкуль образовалось на месте гигантского карстового провала совсем недавно. Об относительной молодости озера свидетельствуют стволы лиственниц, до сих пор сохранившиеся на дне озера. Следует упомянуть, что согласно международной шкале сейсмичности MSK-64 разрушение и обвал скальных обнажений горных пород происходят при 8–9 баллах, водоемы возникают при 8, а озера — при 10 баллах сейсмической интенсивности. И это приходится предполагать для Приуралья — где даже шестибалльные землетрясения очень редкое явление. Примечательно то, что известное последнее землетрясение 30 марта 2005 г. в селе Арово Чишминского района произошло недалеко от Сарт-Хосяновского сейсмособытия 1549 г. Сейсмическая волна прошла по деревне, предположительно, с юго-восточной части села на северо-запад своим краем чуть «задев» с. Кляшево (3,5 км восточнее села Арово) и затухла в районе д. Черниговка (в 2-х км к северу от с. Арово). Причиной этого землетрясения явились тектонические движения в небольшом участке Сергеевско-Демского грабенообразного прогиба северо-восточного простирания.