

УДК 624.131.1

DOI: 10.23671/VNC.2015.3.55275

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И СЕЙСМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА В РАЙОНЕ ЗАРАМАГСКИХ ГЭС, ПРИЧИНЫ ВОЗМОЖНОЙ АКТИВИЗАЦИИ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

© 2015 А.М. Колесникова, к.г.-м. н., А.К. Джгамадзе

Геофизический институт ВНЦ РАН (ГФИ ВНЦ РАН), Россия, 362002,
г. Владикавказ, ул. Маркова, 93 а, e-mail: cgi_ras@mail.ru

Объектом исследования является район Зарамагских ГЭС, в частности территория водохранилища и узла головного сооружения.

Особое внимание уделено Зарамаг-Нарской котловине, где территориально находится водохранилище, плотина каскада Зарамагских ГЭС и узел головного сооружения.

Описаны опасные экзогенные процессы – гравитационные оползни, сели, лавины, камнепады, имеющие широкое развитие в исследуемом районе.

Подробно освещены вопросы влияния водохранилища на сохранность Зарамагского и Тибского месторождений минеральных вод и Транскама.

Ключевые слова: экзогенные процессы, реликтовый рубец, надвиг.

Водоохранилище и головной узел Зарамагской ГЭС находятся в основном в пределах зоны Южного склона опрокинутого на юг антиклинория Главного Кавказского хребта, и частично захватывают зону Мамисон-Казбекского реликтового рубца.

Головной узел ГЭС располагается в Зарамаг-Нарской котловине в 1,5 км ниже слияния рек Мамисондон и Нардон, образующих после слияния реку Ардон. Здание станции головного сооружения ГЭС размещается непосредственно за плотиной в конце водоподводного напорного туннеля длиной 0,8 км на правом берегу реки Ардон; водохранилище располагается в основном в пределах Юрской сланцевой депрессии (в Зарамаг-Нарской котловине) и частично захватывает зону реликтового рубца.

Мамисон-Казбекский реликтовый рубец, где территориально находится северная часть водохранилища и основное головное сооружение Зарамаг ГЭС Ардонского каскада, является сложной в геологическом отношении и наиболее сейсмически опасной зоной. Рубец является зоной столкновения (спрединга) двух континентальных плит – южной части Скифской платформы и северной части Закавказской микроплиты. Зона реликтового рубца имеет общекавказское простираение и протягивается в горной Осетии от Мамисонского перевала на западе до Майли-Казбекского массива на востоке, и далее уходит за пределы Осетии, в верховья р. Кистинки. Протяженность реликтового рубца в горной Осетии 78 км, при ширине 3–4 км. На севере он ограничен разломами Главного надвига, на юге – зоной Южного Адайком-Казбекского разлома и Цесским региональным разломом – надвигом. Геоструктура реликтового рубца выполнена разного размера глыбами и блоками вулканогенно-осадочных пород арнагской и циклоурской свит, триас-лейасового возраста (Т-J₁), превращенных в хаотический комплекс пород или микститы тектонического

происхождения, в которых наблюдаются дайки диабазов и габбро-диабазов. Зажатые между дайками прослой глинистых сланцев ороговикованы и окварцеваны; за пределами блоков (олистостромов) даек диабазов не наблюдается; породы в блоках имеют субвертикальное и перевернутое залегание, простирание пород параллельное плоскости разломов; породы собраны в складки, осевые плоскости которых падают на север, имеют субширотное простирание $250\text{--}280^\circ$.

В результате пододвигания пород реликтового рубца и развитых южнее осадочных толщ под кристаллический фундамент Северной плиты, упираясь в кристаллический фундамент, породы дробились, рассланцевывались, катаклазировались, и милонитизировались [Заалишвили и др., 2012].

Зона Южного склона Большого Кавказа отделяется от зоны Мамисон-Казбекского реликтового рубца Южным Адайком-Казбекским разломом-взбросом и зоной Цесского надвига.

В изучаемом Наро-Мамисонском районе в зоне Южного склона выделяются две тектонические подзоны – подзона Казбекско-Лагодехской ступени (зона Юрской сланцевой депрессии) и подзона Чиауро-Дибрарского синклинория, занимающая южную часть района. Граница между ними проходит по глубинному Тибскому разлому.

Зона Южной сланцевой депрессии до Тибского разлома является участком пониженного рельефа между Главным и Водораздельным хребтами; представляет обширную внутритроговую долину, размытую реками в сравнительно мягких, податливых эрозии аргиллито-алевролитовых толщах, глинистых сланцах, филлитах – породах мезозойского возраста – нижней и средней юры; рельеф зоны сглаженный, склоны расчлененные с плоскими вершинами. Зона осложнена многочисленными сближенными тектоническими нарушениями, обычно широтного простирания.

Наиболее крупными тектоническими разломами в зоне Южной сланцевой депрессии, являются Южный Адайкомский разлом, Цесский надвиг, Северный и Южный Нарские разломы, Тибский глубинный разлом; их оперяют более мелкие, параллельные им, тектонические нарушения. Разломы имеют взбросово-надвиговой характер; простирание широтное и северо-западное, падение на север и северо-восток под углом $50\text{--}80^\circ$. Крупной складчатой структурой зоны Южной сланцевой депрессии является Нарская антиклиналь, ось которой опрокинута на юг; породы, слагающие ее северное крыло, имеют северное падение под углом $30\text{--}60^\circ$, в южном крыле породы имеют южное падение под углом $30\text{--}60^\circ$; южное крыло сложено относительно мягкими сланцево-глинистыми породами тоара ($J_1 t$).

Характерной особенностью этой подзоны, как и всей зоны Южного склона, является опрокинутое залегание пород – более древние осадочные породы мезозойского возраста перекрывают более молодые отложения.

Степень метаморфизма пород Южного склона увеличивается с юга на север. Рельеф зоны сглаженный, склоны расчлененные, с плоскими водоразделами. Наиболее пониженной ее частью является Зарамаг-Нарская котловина, куда территориально попадает центральная часть водохранилища Зарамагских ГЭС. Вся зона затопления является геологически активной; непосредственно в зоне затопления водохранилища проходит ряд сближенных крупных глубинных разломов – Адайком-Казбекская взбросово-надвиговая зона, Цесский надвиг, Северный и Южный Нарские разломы, Тибский разлом и другие, оперяющие их более мелкие разломы субширотного простирания.

Южнее Тибского разлома развита подзона Чиауро-Дибрарского флишевого синклинория, занимающего южную часть Наро-Мамисонского района; сложена зона глинисто-карбонатной флишевой формацией и терригенными отложениями верхней юры – нижнего мела; простирание пород субширотное.

Границей между зоной Центрального поднятия и зоной Южного склона является Северный Адайкомский разлом, представляющий региональный взброс широтного простирания, состоящий из ряда параллельных сближенных взбросов, образующих зону перемятых милонитизированных пород мощностью от 60 м до 1,0 км. Падение зоны разлома северное под углом 60–85°. В зоне разлома содержатся многочисленные безрудные кварцевые жилы и линзы. Мощность Северного Адайкомского взброса с опережающими нарушениями в пределах реки Ардон составляет около 0,8 км; амплитуда смещения по нему составляет 1000 м. Северный Адайкомский разлом является южной границей распространения даек диабазов и габбро-диабазов, широко развитых в зоне Центрального поднятия.

К зоне Северного Адайкомского взброса и опережающим его с севера и с юга тектоническим нарушениям приурочено Зарамагское месторождение углекислых вод и также группа минеральных источников Кузахта в долине р. Адайкомдон.

С юга зона Северного Адайком-Казбекского разлома ограничена Южным Адайком-Казбекским взбросом.

Цесский надвиг имеет простирание 275–290°, падение северное под углом 15–70°, является юго-западной ветвью Южного Адайкомского разлома, в рассматриваемом районе с ним соединяется.

Северный и Южный Нарские разломы приурочены к Нарской антиклинали, они также как и Цесский надвиг, имеют широтное простирание с углами падения к северу от 20 до 80°, мощность их доходит до 200 м. Эти разломы находятся в центральной части территории водохранилища Зарамагских ГЭС.

Тибский региональный разлом простирается в северо-западном и субширотном направлении, наиболее хорошо он выражен в долинах рек Мамисондон и Зругдон. Имеет взбросово-надвиговой характер, падение к северу под углом 48–80°. К нему приурочено Тибское месторождение минеральных вод типа Боржоми. В районе месторождения мощность разлома достигает 500 м. Зона разломов характеризуется милонитизацией пород, их окварцеванием и карбонитизацией.

Зона затопления водохранилища Зарамаг ГЭС является геологически и сейсмически активной. Непосредственно в зоне затопления водохранилища и основного головного сооружения ГЭС находятся тектонически активные зоны крупных глубинных разломов – Южного Адайком-Казбекского взбросо-надвига, Цесского надвига, Северного и Южного Нарских разломов и серия более мелких опережающих их, тектонических нарушений.

Большое внимание в процессе эксплуатации ГЭС необходимо обратить мониторингу экзогенных процессов. Наиболее опасными из них являются оползни, сели, лавины, камнепады. Особенно опасны структурно-гравитационные оползни, обычно приуроченные к тектоническим нарушениям.

После Спитакского (1988 г.) и Рачинского (1991 г.) землетрясений сейсмичность Кавказа характеризуется расчетной сейсмической активностью 9-10 баллов [Вагин и др., 2005]. При этом Казбекский район является одним из высокосейсмичных районов Кавказа. Высокая сейсмичность Северного Кавказа является следствием неотектонической активности глубинных региональных разломов.

В Зарамаг-Нарской котловине, к зоне которой приурочены все эпицентры землетрясений за весь период наблюдений, находится зеркало водохранилища Зарамагских ГЭС.

В Зарамаг-Нарской котловине землетрясения интенсивностью 5–7 баллов, и более высокой интенсивности, были зарегистрированы в 1900, 1905, 1917, 1923, 1987 гг.

Эффективным для оценки сейсмической опасности Большого Кавказа и рассматриваемого района Юрской сланцевой депрессии является палеосейсмологический метод с привлечением дистанционных съемок и аэровизуальных наблюдений.

В рассматриваемом районе – между перевалами Мамисонским на западе и Трусовским на востоке, наблюдается система палеосейсмодислокаций, представленная несколькими параллельными полосами близкого к общекавказскому простирания; протяженность выявленных палеосейсмодислокаций составляет около 50 км, при ширине 5–7 км; в рельефе палеосейсмодислокации представлены линейными разрывами, рвами, уступами, трещинами, группирующимися в продольные полосы.

Наиболее крупная из выявленных палеосейсмических зон – Зарамаг-Нарская зона, где в широтном и запад-северо-западном направлении прослеживается серия крупных линейных нарушений шириной 0,7–1,5 км, четко выраженных в рельефе. Разрывы этой зоны диагностируются, как левосторонние взбросо-сдвиги (северное крыло опущено), падение палеонарушений (сместителей) к северу под углом 60–70°. Эти линейные палеоструктуры сопрягаются с сейсмогравитационными образованиями – блоковыми оползнями, обвалами, осыпями и другими экзогенными процессами. Большинство палеонарушений Зарамаг-Нарской зоны имеют поперечные размеры 200–500 м, наиболее крупные достигают ширины 1 км, при длине 1,5–3,0 км. Направление этих структур совпадает с наблюдаемыми в районе крупными тектоническими нарушениями: Тибским, Южным и Северным Нарскими разломами, Цесским надвигом, зоной Южного Адайком-Казбекского разлома. Учитывая размеры отдельных линейных форм палеодислокаций, величину смещения крыльев, можно увязать их с сейсмическими событиями 9–10-балльной интенсивности, происходившими здесь в голоцене-антропогене многократно, не реже, чем через 500–1000 лет.

При оценке сейсмической опасности района, нужно учитывать, что в верховьях р. Ардон по руслу или вблизи его, по направлению течения реки, предположительно, проходит меридиональный региональный коровый Ардонский разлом, выявленный геофизическими методами. Ардонский разлом пересекается с вышеописанными широтными нарушениями Южного склона, также как и с поперечными разломами зоны Главного надвига. Ардонский разлом подтверждается также и тем, что левый и правый борт Алагирского ущелья в среднем течении р. Ардон и в ее верховьях, в районе Зарамаг-Нарской котловины, по геологии не согласуются между собой; предположительно, перемещение, составляет в плане и на глубину около 50 м; этим можно также объяснить блоковое строение района Зарамаг-Нарской котловины [Бондырев, Заалишвили, 2009].

Основным нормативным документом для оценки сейсмической опасности и соответствия представленных экспертизе материалов требованиям Федеральных Норм и Правил, являются – СНиП, II-7-81* «Строительство в сейсмических районах», введенные в действие с 01.01.2000 г.; неотъемлемой частью которого является комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Фе-

дерации – ОСР-97 (А, В, С), утвержденных Российской Академией Наук (РАН) 23 марта 1998 г. «Согласно карте ОСР-97 А, С, исключительно применяемой при строительстве особо ответственных строительных объектов, все гидротехнические сооружения Зарамаг ГЭС возводятся в зоне 10-ти и более балльного землетрясения».

Эпицентры землетрясений, произошедших в Зарамаг-Нарской котловине за весь период наблюдений, находятся в центре зеркала водохранилища Зарамаг-ГЭС. Зарамаг-Нарская котловина является сейсмически активной зоной, где отмечаются сближенные глубинные региональные разломы субширотного простирания (Южный Адайком-Казбекский, Цесский, Северный и Южный Нарские, Тибский), пересекающиеся с разломами меридионального простирания (Ардонским трансконтинентальным разломом и зоной глубинных сдвигов).

Однако карты ОСР-97 (А, В, С), из-за их мелкого масштаба (электронный масштаб 1:2500000) для проектирования и строительства отдельных объектов и небольших по площади территорий, используются лишь при отсутствии для исследуемого района карт ДСР (детального сейсмического районирования) или карт СМР (сейсмического микрорайонирования), которые являются приоритетными перед картами ОСР-97. Последние используются при оценке сейсмической опасности, и при принятии общих принципиальных решений, для больших по территории регионов страны.

Для территории Северной Осетии были созданы наборы вероятностных карт сейсмической опасности, для макросейсмической интенсивности и пикового грунтового ускорения (PGA), для повторяемости 50 лет с вероятностью 2%, 5%, 10%, которые представляют основу для проведения сейсмического микрорайонирования и создания соответствующих карт ДСР района [Заалишвили, 1986; Заалишвили и др., 2006; 2012; Заалишвили, Дзеранов, 2014].

Территория района Зарамаг ГЭС, согласно этим картам с вероятностью 5% превышения в течение 50 лет и соответствующей повторяемости $T=1000$ лет, соответствует 8-мибалльной сейсмичности.

По вероятностной карте ДСР с вероятностью 2% превышения в течение 50 лет, учитывая, что Зарамаг ГЭС является объектом повышенной ответственности, – сейсмичность изучаемой территории также соответствует 8-мибалльной интенсивности, хотя и граничит с зоной 9-тибалльной интенсивности. Границы между зонами с различной интенсивностью сейсмичности условные, устанавливаются приблизительно. Это должно быть учтено при мониторинге сейсмической опасности в районе в процессе эксплуатации ГЭС.

Сейсмичность грунтов оснований сооружений Зарамаг ГЭС, согласно созданным для Северной Осетии вероятностных карт сейсмической опасности, составляет 8 баллов. Сейсмический эффект рассчитывался для ускорений грунта и макросейсмической интенсивности [Заалишвили, Дзеранов, 20014; Отчет..., 2008].

В районе широко развиты экзогенные геологические процессы (ЭГП), наиболее опасными среди них являются оползни, сели, лавины, камнепады. Все они грозят катастрофическими последствиями, требуют постоянного мониторинга.

Оползни в исследуемом районе сосредоточены главным образом в пределах Южной сланцевой депрессии, где их развитию способствуют геологические условия – широкое распространение глинистых пород ниже-среднеюрского возраста, представленных аргиллитами, алевролитами с тонкими прослоями песчаников плинсбаха (J_{1p}) и тонкослоистыми мягкими глинистыми сланцами тоара (J_{1t}), ко-

торые легко подвергаются процессам размыва водой. Важную роль в образовании оползней играет наличие многочисленных активных разрывных нарушений разного типа.

Оползни района разделяются на два типа – делювиальные (простые) и структурно – гравитационные (тектонические).

В районе в настоящее время зафиксировано 11 активных и 12 стабильных крупных структурных оползней.

Делювиальные оползни имеют поверхностный характер развития. Они состоят исключительно из делювиального суглинка, включающего большое количество мелкого и крупного щебня коренных пород. Этот тип оползней представляет собой отдельные небольшие тела, и не имеет в районе широкого распространения.

Структурно-гравитационные оползни обычно крупные и глубокие; они приурочены, чаще всего, к тектоническим нарушениям и крутым склонам. В строении этого типа оползней принимают участие не только рыхлые делювиальные образования, но и раздробленные на блоки, глыбы и пачки коренных пород, смещенные вниз по склону вместе с делювием, чаще всего, если на склонах отсутствует растительность. Этот тип оползней имеет самое широкое распространение в изучаемом районе.

Наиболее крупные из них, развиты в пределах Юрской сланцевой депрессии – Даллагкауские, Калм, Мсита, Нарский, Зинцарские оползни.

Поверхность языка оползней обычно неровная бугристая. Генетически большинство этих оползней обусловлено высокой сейсмоактивностью района, большой крутизной склонов, литолого-тектоническими факторами.

Наиболее крупными и опасными оползнями района являются Даллагкауские оползни, представляющие непосредственную угрозу Зарамаг ГЭС.

Даллагкауские оползни развиты на правом склоне реки Мамисондон, в зоне затопления реки водохранилищем ГЭС, в 0,8 км от устья, против селения Даллагкау. Даллагкауские оползни состоят из двух частей – Большого и Малого Даллагкауских оползней, разделенных выступом коренных пород.

Даллагкауские оползни расположены между Южным Нарским разломом и Цесским надвигом. Непосредственно через Большой Даллагкауский оползень проходит Северный Нарский разлом СЗ простирания, падающий на СВ под углом 60°. Коренными породами являются глинистые сланцы с прослоями аргиллитов, алевролитов и песчаников плинсбахского и тоарского ярусов, составляющих северное крыло Нарской антиклинали; коренные породы имеют общее падение пластов на ССВ под углом 25–40°. Коренные породы перекрыты оползневым делювием, состоящим из глыб, щебня, дресвы пород, с супесчано-глинистым заполнителем.

Большой Даллагкауский оползень, начинается под гребнем северного отрога горы Тахта, спускается непосредственно к реке Мамисондон, достигая в длину вдоль склона 1100 м, среднюю ширину имеет около 400 м, среднюю мощность – около 60 м. Превышение бровки стенки отрыва над его основанием составляет 450–500 м. Оползень имеет продолговато-вытянутую форму и многоярусное строение. В верхней части его отчетливо выражена циркообразная впадина, представляющая место отрыва оползня (голова оползня), над которой поднимается высокая дугообразная стенка отрыва; по бокам оползня протягиваются глубокие береговые рвы, оконтуривающие тело оползня и его язык. Поверхность оползня в основном вогнутая, очень неровная, пологие участки чередуются с крутыми уступами. Береговые

рвы, ограничивающие тело оползня с боков, прослеживаются от верховьев его до основания и представляют собой глубокие овраги с очень крутыми и расчлененными склонами.

Малый Даллагкауский оползень расположен западнее Большого между отметками 1740–2100 м. Он имеет овальную форму и занимает площадь 0,6 м². Подошва его лежит на первой надпойменной террасе реки Мамисондон. По простиранию этот оползень состоит из нескольких частей. Верхний ярус – «голова» оползня – выпуклая, неровная и крутая, расчленена многочисленными свежими зияющими трещинами отрыва. Грунт оползня разрыхлен, проваливается под ногами [Агибалова, Яковлева, 1974]. Отмечаются две наиболее крупные трещины, расположенные параллельно друг другу, достигающие в длину 100–180 м и 10–15 м в глубину. Вся эта верхняя часть оползня находится в неустойчивом состоянии. Нижняя часть оползня, расположена на пологой поверхности террасы; наблюдается заболоченность, выходы рассредоточенных подземных вод.

Большой и Малый Даллагкауские оползни разделены выступом коренных пород, который состоит из блоков, образующих ступени с приподнятыми внешними краями. В обнажениях блока видны трещиноватые и раздробленные аргиллиты (J_{1P}). Видно, что выступ также затронут оползневыми процессами.

Формирование Даллагкауских оползней связывается с переувлажнением элювия коренных пород грунтовыми водами и, возможно, сейсмическими движениями по Нарским разломам.

На гидрогеологические условия оползня оказывает влияние, расположенная выше оползня обширная почти горизонтальная поверхность, которая является хорошей областью питания грунтовыми водами. Четыре наиболее крупных родника, расположенные выше границы оползней, способствуют значительной обводненности оползня. В пределах оползней выявлено и закартировано 8 родников с дебитом 0,02–0,5 л/сек, дающих начало многочисленным ручьям. На многих пологих участках оползней наблюдается заболоченность и мочажина. Приуроченность водоносных горизонтов к центральному наиболее рыхлому слою оползня указывает на то, что именно он играет наиболее активную роль в оползневом процессе, вовлекая в движение вышележащие и нижележащие рыхлые отложения.

Динамика Большого Даллагкауского оползня изучалась путем проведения теодолитных съемок (1973–1976 гг.) поперечного створа металлических реперов; одновременно производились геофизические исследования и сейсморазведка, дешифрирование. Установлено, что за четыре года изменение горизонтального положения отдельных реперов составило 12–15 см, а по вертикали – 6–8 см, или изменения за год в среднем составили соответственно 3–4 см и 1,5–2,0 см. По мнению В.В. Агибаловой «Эти данные, а также наличие свежих трещин и стенок отрыва, позволяют предполагать, что Даллагкауские оползни и сейчас продолжают активно развиваться.» [Агибалова, Яковлева, 1974].

В 2002 и 2007 гг. были проведены дополнительные исследования по инженерно-геологической доразведке Большого Даллагкауского оползня [Жаренов, 2003; Попов, 2007].

В работах 1973–1974 гг. [Агибалова, Яковлева, 1974; Григорович, Булацев, 1974] утверждается, что подножье оползня в центральной части подрезано рекой Мамисондон. Высота обнаженного обрыва оползня составляет 35–40 м, это подтверждается в работах Агибаловой В.В. [Агибалова, Яковлева, 1974], Хацаевой Ф.М.,

Долгова Г.А. [Природные и техногенные катастрофы..., 2005]. Хацаева Ф.М. по этому вопросу отмечает следующее: «Язык крупного структурного и довольно активного Даллагкауского оползня попадает в зону затопления водохранилища» [Материалы..., 2004].

В последующих работах факт нахождения языка Даллагкауского оползня на аллювии р. Мамисондон, на абсолютной отметке 1690 м, т.е. даже несколько ниже абс. отметки заполнения водохранилища (1690,6 м) замалчивается [Жаренов, 2003].

Последняя активизация оползня была отмечена в 1987 году, причинами активизации оползня послужило: «переувлажнение склонов, подмыв (размыв) языка оползня рекой, сейсмотолчки» [Природные и техногенные катастрофы..., 2005].

Необходим постоянный мониторинг за состоянием оползня и осуществление предупредительных мероприятий.

Угрозу Зарамагской ГЭС представляют и крупные Зарамагские оползни – Мсита и Калм, расположенные соответственно на правом и левом бортах р. Ардон, в 1 км ниже слияния рек Нардон, Мамисондон, Адайкомдон и Цмиакомдон. Оползни приурочены к зоне Северного Адайкомского разлома. Участки оползней сложены раздробленными, милонитизированными выветрелыми породами триаса – нижней юры – алевролитами, аргиллитами и четвертичными отложениями. Все это определяет высокую сейсмическую опасность участка нахождения этих оползней. Объем оползня Мсита составляет 6 млн. м³, оползня Калм – 7,5 млн. м³. Эти оползни в настоящее время считаются устойчивыми, хотя подвижки в них отмечались сравнительно недавно – в 1987 г, причиной активизации оползней было дождевое переувлажнение грунтов их, а также техногенная подрезка склонов дорогами.

Оползень Мсита при сходе угрожает объектам Зарамаг ГЭС, находясь над основным головным сооружением ГЭС Зарамагского каскада, а также и разрушением участка Транскама.

Оползень Калм, при сходе угрожает перекрытием р. Ардон, и также угрожает объектам Зарамаг ГЭС.

Крупными оползнями в районе являются Зинцарский-I и Зинцарский-II, расположенные соответственно напротив и над с. Зинцар. Последняя активизация их произошла в 1984 году, в связи с подмывом фронтальной их части рекой Ардон и по техногенной причине – влиянием автотрассы Транскама с интенсивным движением по ней.

Примером техногенного катастрофического процесса является Приплотинный оползень, образовавшийся при выемке щебнисто-глинистого материала на Зарамагском месторождении связанных грунтов, предназначенных для отсыпки плотины Зарамаг ГЭС. Первоначально оползень захватил склон на высоту около 100 м. В 2001 году он распространился вверх по склону еще на 60 м – до верхней границы распространения рыхлых отложений. Возникла опасность катастрофического сползания склона с захватом объездной дороги.

В районе широкое распространение имеют сели, камнепады; обычно, эти стихийные бедствия активизируются в связи с долго непрекращающимися дождями.

Горная Осетия является одним из селеопасных районов Северного Кавказа. В бассейне р. Ардон отмечено до 80 селевых очагов.

В области Южной Юрской сланцевой депрессии сосредоточено около 20% функционирующих селей. Со сходом селей часто связаны катастрофические последствия.

Множественно ими разрушались полотна дороги и мосты по трассе Транскама и др. Здесь распространены сели с выносом твердого материала до 100000 м³ и больше.

Селеопасным, очень активным является овраг, ограничивающий тело Большого Даллагкауского оползня с востока. При ливневых дождях происходит вынос в устье оврага твердого материала объемом 450–500 м³. Существование этого оврага создает реальную опасность водохранилищу Зарамаг ГЭС. Постоянный мониторинг за ним необходим.

В исследуемом районе часто сходят снежные лавины, особенно часто они проявляются в феврале – марте месяцах. В исследуемом районе насчитывается 33 лавиноопасных ущелья и логов, из которых 24 приходится на долю р. Ардон [Природные и техногенные катастрофы..., 2005].

Сход разрушительных снежных лавин на трассу Транскама в зимне-весенние месяцы – обычное явление.

Лавины приносят большой ущерб трассе Транскама и объектам Зарамагских ГЭС. Так, 19 февраля 2008 года снежная лавина сошла на строительную площадку головного сооружения ГЭС Зарамагского каскада. На ликвидацию разрушительных последствий стихии ОАО «Русгидро» выделило денежные средства в размере 14 миллионов рублей. Во время схода этой лавины на строительную площадку головной ГЭС Зарамагского каскада погибли 3 человека, являвшихся сотрудниками подрядных строительных организаций и частного охранного предприятия, которые на момент трагедии находились на строительной площадке.

Кроме снежных лавин, в районе происходят камнепады, сметающие все на своем пути.

Так 7 мая 2008 года на участке прокладки трассы газопровода «Дзуарикау-Цхинвал» произошел обвал с «подрезанного» склона крупных глыб и обломков коренных пород. Многотонные глыбы породы, вывалившиеся на трассу, увлекли за собой экскаватор, в котором находился машинист. Во время этого камнепада погибли еще два человека, работавшие на строительной площадке и большегрузная техника.

Катастрофические процессы техногенного происхождения развиты на участке «Подкова» на 91-м км Транскама. При строительстве дороги произошла сильная подрезка склона, в результате чего, эрозия интенсивно распространилась вверх по склону по двум близко расположенным лавинным балкам, захватив водораздельный гребень на высоту более 300 м. В периоды снеготаяния и проливных дождей здесь происходят катастрофические камнепады, перекрывающие дорогу Транскама. При расчистке дороги каменный материал сдвигается в русло реки Заккадон, угрожая перекрытием ее, или превращением реки в разрушительный водно-грязе-каменный селевый поток.

Разработаны предупреждающие меры против этих разрушительных ЭГП – оползней, лавин, селей, камнепадов и др. Главные из них следующие:

- запрещение подрезки оползневых склонов;
- недопущение строительства на склонах различных сооружений, объектов, прудов, водоемов;
- запрещение производства взрывов и горных работ вблизи оползневых участков;
- необходимо залесение оползневых и селеопасных территорий, охрана лесов, укрепление растительности на склонах;

– необходимо строительство дамб, водоотводов, селезадерживающих сооружений др.;

– необходимо своевременное оповещение населения и туристов о предстоящих опасных ЭГП.

Водоохранилище Зарамагских ГЭС ставит под угрозу существование Зарамагского и Тибского уникальных месторождений углекислых минеральных вод.

Зарамагское месторождение располагает несколькими типами вод, аналогичных минеральным водам месторождений Ессентуки, Анкованское и Малкинское; воды Тибского месторождения являются аналогами минеральных вод Боржом и Трускавец.

На этих месторождениях проведены дорогостоящие детальные геологоразведочные работы, с бурением глубоких скважин; по результатам этих работ утверждены запасы минеральных вод в ГКЗ на перспективу [Григорович, Булацев, 1974].

Комплексное использование этих уникальных многообразных по своим лечебным свойствам природных минеральных вод с широким бальнеологическим профилем, послужило в свое время (в 80-х годах) основанием для решения Правительства и Центрального Совета по управлению курортами профсоюзов о начале строительства на базе Зарамагского и Тибского месторождений минеральных вод крупного санаторно-курортного комплекса «Тиб». Дополнительными факторами для курортного строительства здесь, в Туальской (Зарамаг-Нарской) котловине, являются благоприятные климатические условия: мягкий горный климат, большое количество солнечных дней, наличие сосновых лесов и т.п. Строительство крупного санаторно-курортного комплекса «Тиб» было начато, было воздвигнуто внушительное по размерам многоэтажное здание, однако, ввиду отсутствия финансирования в перестроечные времена санаторно-курортный комплекс «Тиб» не был окончательно достроен, так и остался «долгостроем».

Ценная минеральная вода осталась, но оказалась в разных руках, используется лишь в ограниченном количестве на разлив.

Сохранение и использование Зарамагского и Тибского месторождений ценнейших минеральных вод является актуальной задачей; месторождения должны эксплуатироваться, а разрушающийся санаторно-курортный комплекс «Тиб» не должен оставаться «долгостроем».

Интенсивность и площадь развития опасных геологических процессов (ОГП) и сейсмическая опасность в результате заполнения водохранилища, напрямую зависит от величины НПУ (нормального подпорного уровня) водохранилища, проектная глубина которого много раз изменялась.

Остро дискуссионным вопросом в течение 30-ти летнего периода проектирования и строительства Зарамаг ГЭС является глубина водохранилища (НПУ), соответственно площадь его и объем, которые с увеличением НПУ водохранилища могут увеличиваться в несколько раз, и как следствие, может активизироваться и сейсмическая опасность в районе – не исключено, и возникновение, так называемой, «наведенной сейсмичности». Проблема о величине НПУ водохранилища, ввиду вышеизложенного, поднималась и изменялась многократно.

В начале проектирования гидроузла Зарамагских ГЭС в 1977 году Армянским отделением института «Гидропроект» технологическим проектом НПУ (нормальный подпорный уровень) водохранилища был заложен 1730 м.

Величина НПУ – 1730 метров, создает непосредственную угрозу единственной трансмагистральной – Транскаму, соединяющей Южную Осетию с Россией. Кроме

того, с увеличением НПУ водохранилища увеличивается негативное влияние его на Тибское и Зарамагское месторождения уникальных минеральных вод, вплоть до обязательной гибели месторождений, многократно увеличивается сейсмическая опасность в регионе, возможно и возникновение «наведенной сейсмичности».

Организацией разработчиком – АО «Ленгидропроект», в 2001 году была разработана «Декларация безопасности гидротехнических сооружений Зарамагских ГЭС Ардонского каскада». Высота плотины принята 39 м, НПУ – 1690,6 м – это было окончательное решение.

Исследуемый район геологически хорошо изучен и закартирован; все отмеченные сближенные региональные глубинные тектонические нарушения – Адайкомская взбросо-надвиговая зона, зона Цесского надвига, Северный и Южный Нарские разломы, Тибский разлом и сопровождающие их зоны трещиноватости, попадающие в зону затопления, имеют выходы на поверхность и прослеживаются по простиранию, и по падению подсечены скважинами. По району имеются геологические и тектонические карты разного масштаба, сопровождаемые геологическими разрезами [Ольховский, Тибилев, 1998], имеется подробная полевая геологическая документация территории, в том числе тектонических нарушений, и сопровождающих их зон милонитизации и трещиноватости; имеются документы аэрофотосъемок, выявляющих зоны палеосейсмодислокаций, подтверждающие блоковое строение района и его высокую сейсмоопасность.

При эксплуатации Зарамагской ГЭС необходим постоянный мониторинг за опасными эндогенными и экзогенными процессами в районе, и принятие мер, предупреждающих их.

Литература

1. Агибалова В.В., Яковлева Т.М. Отчет о результатах комплексных инженерно-геологических исследований селей и оползней в районе Зарамагского и Тибского месторождений минеральных вод за 1971–1973 гг. Министерство геологии РСФСР, СКГУ, Северо-Осетинская комплексная экспедиция. Орджоникидзе, 1974 г.
2. Бондырев И.В., Заалишвили В.Б. Опасности активизации геодинамических процессов на Северном Кавказе // Вестник Владикавказского научного центра. 2003. Т. 3. №2. С. 39–46.
3. Вагин В.С. и др. Природные и техногенные катастрофы, РСО-Алания» // изд. Проект-Пресс, Владикавказ, 2005 г.
4. Григорович В.С., Булацев Г.П. Отчет о детальной разведке Зарамагского месторождения с подсчетом запасов минеральных вод по состоянию на 1 сентября 1974 г. Министерство геологии РСФСР, Северо-Осетинская комплексная экспедиция. Орджоникидзе, 1974 г.
5. Жаренов А.П. Отчет по теме: «Комплексный анализ результатов по Даллагкаускому оползню», АО «Институт гидропроект», филиал «ЦСГИЭО». Москва, 2003 г.
6. Заалишвили В.Б., Габеева И.Л., Гогмачадзе С.А. Оценка сейсмической опасности грунтов при сильных землетрясениях в условиях пересеченного рельефа в горных районах // Системные исследования современного состояния и пути развития Юга России (природа, общество, человек) Тезисы докладов международной научной конференции. 2006. С. 135-136.
7. Заалишвили В.В., Дзеранов Б.В. Детальное сейсмическое районирование и

построение вероятностных карт сейсмической опасности (на примере территории Республики Северная Осетия-Алания) / Владикавказ: ГФИ ВНИЦ РАН, 2014. – 139 с.

8. Заалишвили В.Б., Невская Н.И., Невский Л.Н., Мельков Д.А., Шемпелев А.Г. Мониторинг опасных геологических процессов в зоне предполагаемого Ардонского разлома и на участке трассы газопровода от сел. Дзуарикау до границы РСО-Алания // Геология и геофизика Юга России. 2012. №4. С. 25–32.

9. Заалишвили В.Б. Сейсмическое микрорайонирование по данным искусственного возбуждения колебаний грунтовой толщи // Автореф. канд. дис. к.ф.-м.н. / Институт Геофизики АН ГССР. Тбилиси, 1986.

10. Материалы V международной конференции, Владикавказ, 21–23 сентября, 2004 г.

11. Ольховский Г.П., Тибилев С.М. Отчет по теме: «Составление специализированной основы масштаба 1:50000 для прогнозирования металлогенической карты Горной Осетии». Министерство Природных ресурсов РФ, Госкомнедра РСО-Алания, Северо-Осетинское горно-геологическое предприятие, «Севосгеолразведка». Владикавказ, 1998 г.

12. Отчет по теме: «Современная геодинамика, сейсмическое районирование, риск, регистрация сигналов, создание баз данных и сейсмостойкое строительство в горный регионах», том 1, книга 10. Владикавказ, 2008 г.

13. Попов В.З. Отчет по теме «Инженерно-геологическая доразведка Даллагкауского оползня» // ООО «Центр геодинамических исследований», Москва, 2007 г.

DOI: 10.23671/VNC.2015.3.55275

GEOLOGICAL ENGINEERING CONDITIONS AND THE SEISMIC SITUATION IN THE ZARAMAG HPS REGION, REASONS FOR THE POSSIBLE ACTIVATION OF THE DANGEROUS GEOLOGICAL AND EXOGENOUS PROCESSES

© 2015 A.M. Kolesnikova, Sc. Candidate (Geol.-Min.), A.K. Dzhgamadze

Geophysical Institute of VSC RAS (GPI VSC RAS), 93a, Markov st., Vladikavkaz, 362002, Russia, e-mail: cgi_ras@mail.ru

The subject of a study is the Zaramag HPS region, in particular the territory of reservoir and of headwork unit.

Special attention is given to the Zaramag-Nar basin, where territorially are located the reservoir, the Zaramag HPS cascade weir, and the headwork unit.

Are described dangerous exogenous processes – gravitational landslides, mudflows, avalanches, rockfalls, which have wide distribution in the investigated region.

In detail questions of the reservoir influence on the Zaramag and Tib mineral waters and Transcaucasian Highway illuminated.

The keywords: exogenous processes, relict scar, thrust.