

УДК 550.34

Абдрахматов К.Е¹. Стром А.Л².¹Институт сейсмологии НАН КР, г. Бишкек, Кыргызстан²ООО «ЦГИ», ООО «ИГИИС». г. Москва, Россия

АКТИВНЫЕ РАЗЛОМЫ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СООРУЖЕНИЙ РАЗНЫХ ТИПОВ И НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. Приведены примеры, показывающие важность проведения исследований по выявлению активных разломов при проектировании и строительстве ответственных сооружений. Эти работы необходимы для корректной и обоснованной оценки рисков, возникающих при подвижке по разлому, и для разработки мероприятий, позволяющих минимизировать тяжесть последствий.

Ключевые слова: активный разлом, оценка рисков, подвижка, сооружение.

АКТИВДҮҮ ЖАРАКАЛАР, АР ТУРДҮҮ ТИПТЕГИ КУРУЛУШТАРДЫ ЖАНА ОБЪЕКТЕРДИ ДОЛБОРЛООНУН ДАЙЫНДАЛЫШЫ

Кыскача мазмуну. Жооптуу структураларды долбоорлоодо жана курууда активдүү жаракаларды аныктоо үчүн изилдөө жүргүзүүнүн маанилүүлүгү жөнүндө мисалдар келтирилген. Бул жумуштар активдүү жаракалардын тобокелдиктерин туура жана негиздүү баалоо кесепеттеринин оордугун минималдаштыруу боюнча чараларды иштеп чыгуу үчүн зарыл.

Негизги сөздөр: активдүү жаракалар, тобокелдикти баалоо, кыймыл, структура.

ACTIVE FAULTS, CONSTRUCTION AND DESIGN OF STRUCTURES OF DIFFERENT TYPES AND PURPOSES

Abstract. Cases are given when studies are carried out to identify active faults in the design and construction of responsible institutions. These works are necessary to correct and reasonably assess the risks arising from movement along the fault, and to develop measures to reduce the severity of the consequences.

Key words: active fault, risk assessment, movement, construction.

В последние годы в Кыргызской Республике строятся и намечаются к реализации многие сооружения разных типов и назначения, такие как эко-город «Асман», автомобильная трасса «Север-Юг» с многокилометровым тоннелем, пересекающим Ферганский хребет, железная дорога «Китай-Кыргызстан-Узбекистан», гидроэлектростанция «Камбаратинская ГЭС-1» и другие. При этом, подавляющее большинство этих сооружений будет возводиться в весьма сложных сейсмотектонических условиях – в областях высокой сейсмичности, в непосредственной близости от активных разломов, в местностях с развитием каменных оползней и других опасных геологических явлений.

Для того, чтобы вышеуказанные сооружения успешно и безопасно функционировали в течение многих лет, необходимо знание об этих явлениях и умение их обходить или учитывать в процессе проектирования.

Движения по активным разломам – одно из весьма опасных природных явлений. Они представляют существенную угрозу практически для любых сооружений, попадающих в зону влияния таких нарушений. Резкие подвижки по разломам порождают землетрясения, которые оказывают и непосредственное, прямое воздействие на сооружения, пересекаемые такими разломами, поэтому их выявление и изучение –

одно из основных направлений исследований, выполняемых для оценки сейсмической опасности участков строительства.

Наиболее распространённое определение понятия «активный разлом»: «Активным является такой разлом, по которому за некоторый период времени произошла хотя бы одна подвижка». Продолжительность этого периода времени определяется на основании эмпирических данных о повторяемости смещений на одном и том же отрезке разлома. Обычно она принимается в интервале от 10 000 лет (голоцен) до ~100 000 лет (поздний плейстоцен - голоцен). Но в этом определении отсутствует характеристика величины или скорости подвижки, т.е. тех параметров, которые, собственно, и закладываются в расчёты сооружений, пересекаемых активным разломом.

Поэтому, например, в России, при разработке свода правил СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах» и ряда других нормативных документов было предложено следующее определение: «Активный разлом — тектоническое нарушение с признаками постоянных или периодических перемещений его крыльев в позднем плейстоцене - голоцене (за последние ~100 000 лет), величина (скорость) которых такова, что она представляет опасность для сооружения и требует специальных конструктивных и / или компоновочных мероприятий для обеспечения его безопасности».

Это определение подразумевает тесное сотрудничество изыскателей и проектировщиков. Именно проектировщики могут и должны определять, какие смещения представляют опасность для того или иного сооружения, а какие - нет.

Когда речь идёт о зданиях или иных «точечных» сооружениях, размещаемых на площадках, пересекаемых активными разломами, то оптимальным решением является перенос площадки, тем самым позволяя сразу избавиться от многих проблем. Но если проводятся изыскания по трассе линейного сооружения (автомобильной или железной дороги, ЛЭП, магистрального трубопровода), очень часто избежать пересечения с активным разломом невозможно или нецелесообразно.

Трудно представить себе экономически оправданную конструкцию автодороги, сохраняющую работоспособность при резкой сейсмогенной или длительной криповой подвижке по пересекающему её разлому. Если это произойдёт, дорога будет просто отремонтирована. Т.е. проектировщик, скорее всего, не будет использовать эти данные. Соответственно, при изысканиях для автодорог заниматься детальным изучением активных разломов, как конкретных опасных структур, на наш взгляд, нецелесообразно. Это, естественно, не относится к изысканиям для отдельных сооружений на дорогах (мосты, виадуки, тоннели). Их, по возможности, не следует возводить на пересечении дороги с активным разломом, так как при разрушении или повреждении такого сооружения восстановить движение будет намного сложнее. Т.е. достаточно установить факт наличия активного разлома и его положение относительно трассы.

Здесь необходимо остановиться на принципиально разной организации работ по изучению активных разломов для выявления причин повреждений существующего сооружения, особенно таких повреждений, которые периодически происходят на одном и том же месте, и для прогноза мест возможных осложнений при изысканиях для нового строительства.

Если мы предполагаем, что периодические деформации сооружения обусловлены тектоническим крипом, то оптимальным является проведение повторных высокоточных геодезических измерений по нескольким профилям, пересекающим зону разлома. Выполнить такие исследования в ходе эксплуатации линейного сооружения вполне реально, так как мы, в принципе, не ограничены сроками. Но провести многолетние повторные измерения в рамках инженерных изысканий для будущего строительства в отведённые на них сроки практически нереально. Поэтому, учитывая, что мы не можем конструктивно защититься от таких движений, на наш взгляд наиболее целесообразно вести регулярные наблюдения уже на построенной железной дороге.

Для наиболее эффективной организации таких работ следует заблаговременно, в ходе изысканий, выделять участки, на которых повторные наблюдения должны выполняться в первую очередь. Наряду с этим следует анализировать результаты периодических обследований состояния пути и, при выявлении каких-либо отклонений, оперативно корректировать программу мониторинга. И, по аналогии с автодорогами, по возможности, не следует возводить сложные сооружения на пересечении железной дороги с активным разломом, так как при их разрушении или повреждении восстановить движение будет намного сложнее.

Для подтверждения важности проведения таких работ приведём пример строительства Камбаратинской ГЭС-2 (Рисунок 1), которая расположена в зоне разлома, протягивающегося в субширотном направлении. Отметим, что при проектировании этой ГЭС, активность разлома была неизвестна, поскольку явных признаков молодых смещений не наблюдалось.



Рисунок 1. Район расположения Камбаратинской ГЭС-2.

Однако, непосредственно при начале строительства были обнаружены следы как минимум трёх повторяющихся подвижек с одновременными смещениями около 1.5 – 2.0 м каждая (Рисунок 2). Плоскость разлома пересекает напорные водоводы ГЭС там, где они выходят из тоннелей, пройденных в поднятом крыле, и соединяются со зданием ГЭС, расположенном на опущенном крыле разлома (Рисунок 2).

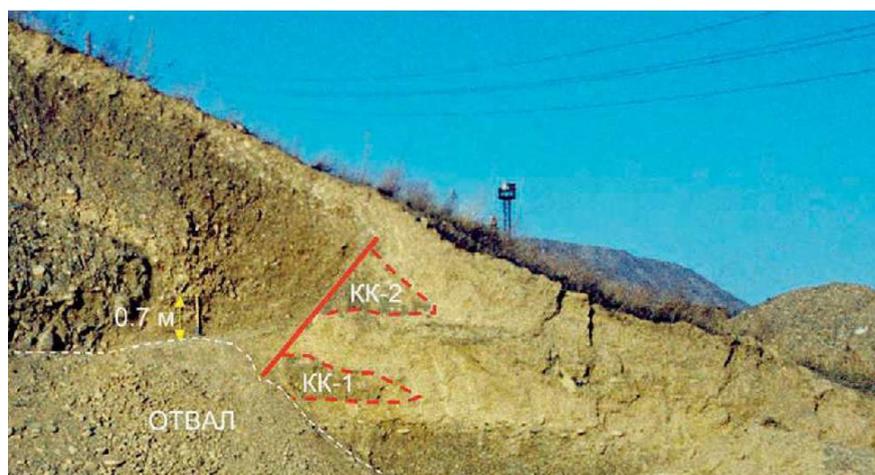


Рисунок 2. Следы повторяющихся подвижек по разрыву в стенке котлована здания Камбаратинской ГЭС-2. Красная линия — плоскость разрыва; КК-1 и КК-2

коллювиальные клинья, образовавшиеся при первой и второй подвижках по разлому при разрушении висячего крыла разрыва. Третья подвижка примерно на 1.5 – 2.0 м срезала коллювиальный клин 2.

Запроектированные при разработке проекта Камбаратинской ГЭС-2 компенсаторы были размещены на тектоническом контакте между палеозойскими скальными породами и полускальными отложениями неогена. Но разлом, показанный на Рисунках 2 и 3, отделяет отложения неогена от четвертичных галечников, и расположен за пределами зоны действия компенсаторов. Когда произойдёт следующая подвижка по этому разлому, неизвестно. Возможно, через сотни или даже тысячи лет. Но она может произойти и завтра.

При этом необходимо провести расчёты, чтобы определить, срежет ли подвижка по разрыву три сталежелезобетонных напорных водовода, оставив здание ГЭС неподвижным, или воздымающийся тектонический блок, в котором расположены тоннели водоводов, потянет за собой за водоводы бетонного здания ГЭС, стоящее на мощной толще аллювиальных галечников, из-за чего оно может накрениться, что приведёт к отклонению оси вращения агрегатов от вертикали?

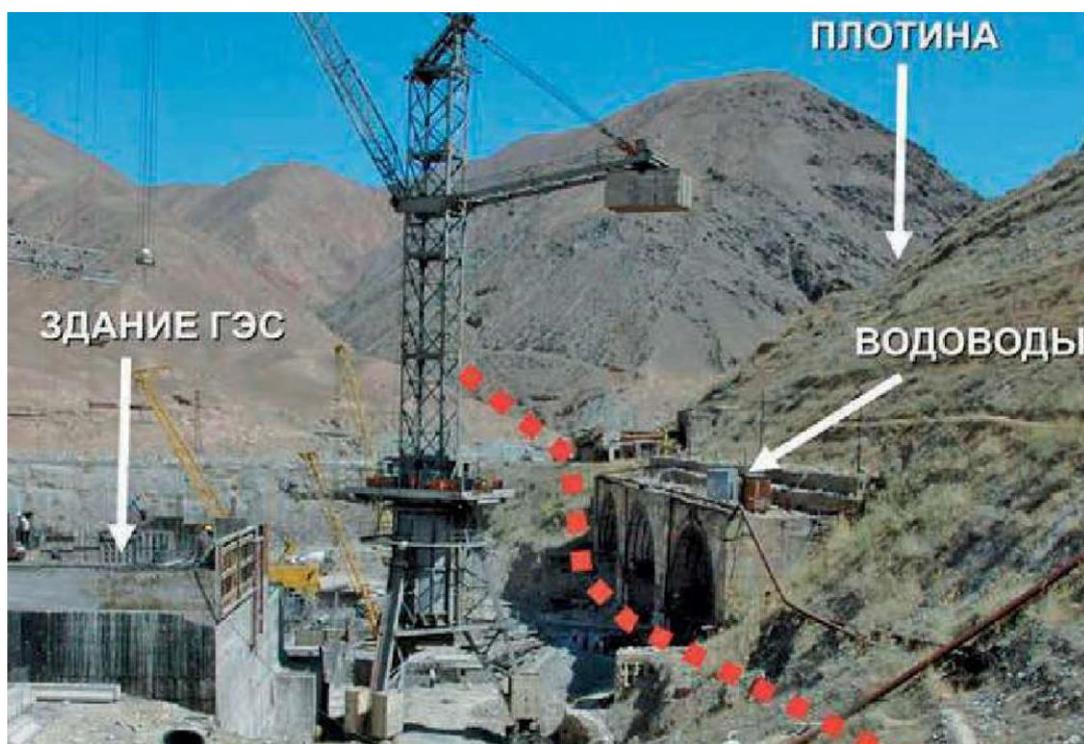


Рисунок 3. Положение активного разлома, обозначенного красной пунктирной линией, относительно основных сооружений Камбаратинской ГЭС-2. Снимок сделан в 2009 году, до возведения плотины и завершения строительства здания ГЭС.

Таким образом, приведённый выше пример показывает важность проведения исследований по выявлению активных разломов при проектировании и строительстве ответственных сооружений. Эти работы необходимы для корректной и обоснованной оценки рисков, возникающих при подвижке по разлому, и для разработки мероприятий, позволяющих минимизировать тяжесть последствий.

Рецензент: к. г.-м. н. Омуралиев М.О.