

АНАЛИЗ И РЕШЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОБЛЕМ, ВЫЗВАННЫХ КАТОСТРОФИЧЕСКИМИ ЗЕМЛЕТЯСЕНИЯМИ, НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

Ф.Г. Габиров⁽¹⁾, Х.Р. Баят⁽²⁾, Е.М. Шокбаров⁽³⁾

⁽¹⁾ Азербайджанский НИИ строительства и архитектуры, г. Баку, Азербайджан, farchad@yandex.ru

⁽²⁾ Зенджанский Технический Университет, г. Зенджан, Иран

⁽³⁾ Казахстанский НИИ строительства и архитектуры, г. Алматы, Казахстан, eralykarakat@mail.ru

Аннотация. Проанализированы повреждения и разрушения железобетонной плотины и других гидротехнических сооружений в результате Гилан-Зенджанского землетрясения в 1990 г. Описаны оползни, вызванные землетрясением, в результате которых были перекрыты русла рек. Приведен пример рационального использования образовавшегося водохранилища и предотвращения катастрофического прорыва образовавшейся плотины. Приводятся разработанные авторами новые методы предотвращения прорывных разрушений перемычек русел рек, образовавшихся при их перекрытии оползнями берегов в результате катастрофических землетрясений.

ANALYSIS AND SOLUTION OF SEPARATE ENGINEERING ISSUES CAUSED BY CATASTROPHIC EARTHQUAKES ON HYDRO-TECHNICAL FACILITIES

F.G. Gabibov⁽¹⁾, H.R. Bayat⁽²⁾, E.M. Shokbarov⁽³⁾

⁽¹⁾ Azerbaijan Scientific and Research Institute of Construction and Architecture, Baku city, Azerbaijan, farchad@yandex.ru

⁽²⁾ Technical University of Zanjan, Zanjan city, Iran

⁽³⁾ Kazakh Scientific and Research Institute of Construction and Architecture, Almaty city, Kazakhstan, eralykarakat@mail.ru

Abstract. Damage and destruction of a reinforced concrete dam and other hydraulic structures as a result of the Gilan-Zanjan earthquake in 1990 are analyzed. Landslides caused by the earthquake are described, as a result of which river channels were blocked. The example for rational use of the formed reservoir and prevention of a catastrophic breakthrough of the formed dam is given. New methods developed by the authors for the prevention of breakthrough destruction of the bridges of river channels, formed in process of covered by landslides as a result of catastrophic earthquakes are presented.

ГИДРОТЕХНИКАЛЫК ОБЪЕКТИЛЕРДЕГИ КЫЙРАТУУЧУ ЖЕР ТИТИРӨӨЛӨРДӨН КЕЛИП ЧЫККАН КЭЭ БИР ИНЖЕНЕРДИК КӨЙГӨЙЛӨРДҮ ТАЛДОО ЖАНА ЧЕЧҮҮ

Ф.Г. Габиров⁽¹⁾, Х.Р. Баят⁽²⁾, Е.М. Шокбаров⁽³⁾

⁽¹⁾ Азербайджан курулуш жана архитектура ИИИИ, Баку ш., Азербайджан, farchad@yandex.ru

⁽²⁾ Зенджан Техникалык Университети, Зенджан ш., Иран

⁽³⁾ Казахстан курулуш жана архитектура ИИИИ, Алматы ш., Казахстан, eralykarakat@mail.ru

Аннотация. 1990-жылдардагы Гилан-Зенджан жер титирөөсүнүн жыйынтыгында темирбетон плотинанын жана башка гидротехникалык курулмалардын бузулуусу жана кыйроосу талданган. Жер титирөөдөн кийин анын жыйынтыгында суулардын агымын тосуп калган көчкүлөр сүрөттөлгөн. Жаралган суусактагычтарды туура колдонуунун жана түзүлгөн плотинанын кыйраткыч жырылуусун алдын алуунун мисалдары келтирилген. Авторлор тарабынан иштелип чыккан кыйраткыч жер титирөөлөрдүн жыйынтыгында көчкүлөрдүн жээктерди жаап калуусунан пайда болгон суулардын нугун туташтыргычтарын жырып кетүүсүн алдын алуу жаңы ыкмалары келтирилет.

Исследованиям влияния землетрясений на различные гидротехнические сооружения посвящены многочисленные научные публикации [1 - 5, и др.].

Анализируя многочисленные исследования можно отметить следующее:

1. Повреждения плотин из грунтовых материалов под влиянием сейсмических воздействий представляет собой распространенное явление, наблюдающиеся даже при землетрясениях средней интенсивности (менее 8 баллов). Однако это не может явиться основанием для вывода о том, что данные экономичные подпорные сооружения не являются сейсмостойкими. За 140 лет было полностью разрушено лишь несколько сравнительно небольших грунтовых плотин старой постройки, не удовлетворяющие даже самым минимальным требованиям сейсмостойкости;

2. Опыт изучения аварий ряда плотин показывает, что расположение и конструкция водопропускных устройств должны быть такими, при которых безопасность их обеспечивается даже при наличии серьезных повреждений самой плотины и подвижек береговых склонов;

3. Бетонные плотины в сейсмических районах обладают высокой сейсмостойкостью. Уязвимыми оказались лишь немногочисленные низконапорные (до 20 м) сооружения на нескальных грунтах. Большие бетонные плотины на нескальных основаниях при самых сильных землетрясениях получили неопасные повреждения, устранение которых не вызвало особых затруднений и не потребовало больших затрат.

В последние десятилетия особое внимание уделяется возрастанию сейсмической активности в районах крупных плотин и заполненных водохранилищ [57]. Эта проблема имеет большое практическое значение при современной грандиозной строительной и хозяйственной деятельности человека.

Как было отмечено ранее в Иране при Гилан-Зенджанском землетрясении 1990 года железобетонная плотина на реке Сефитрут высотой 106 м и шириной 425 м с водохранилищем, объемом 1800000000 м³ получила повреждения. В плотине появились многочисленные трещины, через которые просачивалась вода. Железобетонные ограждения на гребне плотины во многих местах были разрушены (см. рис. 1) и повреждены. Был сильно поврежден шахтный водосброс. Надо отметить, что железобетонная плотина выдержала ускорение 0,75 g, ее повреждения были за короткое время отремонтированы и устранены. Как показали исследования сейсмоустойчивости

плотины способствовали иловые отложения на дне водохранилища, которые сыграли роль гасителя и демпфера.



Рис.1. Разрушения железобетонных ограждений на гребне плотины Сефитрут после Гилан-Зенджанского землетрясения 1990 года.

Водонапорные башни, выполненные из металлоконструкций, оказались устойчивыми. В городах Решт, Бендеранзали, Астаниашрафия водопроводные башни, выполненные из железобетона, были полностью разрушены или сильно повреждены. Так, например, водонапорная башня в г. Решт, объемом 1500 м³, которая в момент землетрясения была заполнена водой на 75%, была опрокинута. Исследования показали, что при проектировании этого сооружения сейсмичность территории не была учтена.

В результате сеймотектонических процессов, вызванных Гилан-Зенджанском землетрясением, в двух местах из-за оползней была перекрыта река и это создало проблему, которую пришлось решать гидротехникам.

Около населенного пункта Хасанабад оползень накрыл и перекрыл реку, образовалось небольшое озеро глубиной 10 м. Река естественным путем нашла выход из озера. Это озеро сохранилось до сих пор и является природной достопримечательностью этой местности.

При землетрясении 1990 г. более крупный оползень около Баклора перекрыл русло реки. В результате этого оползня погибло 200 человек. В результате оползня образовалась грунтовая плотина средней высоты (см. рис. 2). На фотографии 2011 года (рис. 2) четко видны верхние границы оползня, а в центре фотографии сама плотина, которую называли Абу-Косар.



Рис.2. Плотина, образовавшаяся в результате оползня во время землетрясения 1990 года (фото 2011 г.). В верхней части центра фотографии видна границы бровки оползня, ниже сама плотина Абу-Косар.

В результате перекрытия реки образовалось достаточно крупное озеро, которое в дальнейшем при наборе предельного количества воды могло прорвать плотину, в результате чего мог сформироваться катастрофический прорывной сель. Иранскими специалистами оперативно были проведены проектные работы, в результате чего естественная плотина из крупнообломочного материала была немного доработана, укреплена и снабжена надежным дренажем. Расчетное количество накапливающейся воды с поверхностной части озера откачивается насосами и используется для водоснабжения города Аббар. На рис. 3 показаны насосная установка и трубы, перекачивающие воду из озера для водоснабжения города Аббар. Надо отметить, что все затраты, связанные с вышеуказанными гидротехническими работами, полностью окупаются услугами по водоснабжению качественно чистой водой г. Аббар.



Рис. 3. Насосная установка и трубы, перекачивающие воду из озера для водоснабжения г. Аббар.

Большинство сеймотектонических обвалов и оползней приводит к образованию прорывных селей, или создают потенциально накапливающуюся опасность образования прорывных катастрофических селей. Здесь примером может быть Сарезское озеро, образовавшееся на Памире. В 1911 году Усойский завал, объемом 2,2 км³ привел к образованию этого озера. О потенциально возможном прорыве Сарезского озера с образованием крупной селевой катастрофы до сих пор не прекращаются дискуссии специалистов [6].

Авторами разработаны различные способы сброса или отбора воды из прорывоопасных озер, образованных оползнями берегов русел рек, вызванных катастрофическими землетрясениями.

Предложено использование откачивающего сифона, в качестве восходящего и нисходящего ветвей которого используются гибкие полимерные гофрированные трубы. Нисходящая ветвь соединена с микроГЭС. При использовании нескольких сифонов их зарядка производится поочередно перемещающейся насосной установкой, расположенной на гребне перемычки (дамбы, плотины).

Разработаны различные варианты устройств для предотвращения прорыва завальной плотины. По первому варианту трубопроводы, располагаемые в горных выработках на противоположном от предлагаемого схода оползня берегу, покрываются защитным слоем грунта, позволяющим предотвратить их смятие от удара грунтовой массы. По второму варианту в каждой горной выработке вместо одной трубы большого сечения используется пачка труб меньшего сечения. По третьему варианту внутри трубы большого сечения располагается трубы меньшего сечения. По

четвертому варианту каждый трубопровод снабжен защитной оболочкой из утилизированных покрышек. По пятому варианту в период прогнозируемой опасности схода сейсмического оползня полости труб герметизируются с двух сторон, при этом в полости труб создается давление воздуха от 3 до 5 атмосфер. По шестому варианту трубы заполняются водой и герметизируются. В последних двух вариантах после схода оползня, вызванного землетрясением герметизация труб устраняется.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гельденблат И.И., Карцивадзе Г.Н., Напертваридзе Ш.Г., Николаенко Н.А.** Проектирование сейсмостойких гидротехнических, транспортных и специальных сооружений. М.: Издательство литературы по строительству. 1971, 280 с.
2. **Красников Н.Д.** Сейсмостойкость гидротехнических сооружений из грунтовых материалов. М.: Энергоиздат, 1981, 240 с.
3. **Лятхер В.М., Иващенко И.Н.** Сейсмостойкость грунтовых плотин. М.: Наука, 1986, 280 с.
4. **Натарюс Я.И.** Повышение сейсмостойкости плотин из грунтовых материалов. М.: Энергоатомиздат, 1984, 88 с.
5. **Савинов О.А., Сумченко Е.И.** Сейсмические воздействия на гидротехнические сооружения. М., Информэнерго, 1976, 31 с.
6. **Агаханянц О.Е. Сарез: Л.** Гидрометеоздат, 1989, 112 с.