

Безопасность плотин: использование приборов сейсмического мониторинга на плотинах

Орунбаев^{1,2,3} С.Ж., Байызбеков^{4,5} Ж.К.

- 1- Научно-исследовательский институт Сейсмостойкого строительства при КГУСТА, Бишкек, Кыргызстан
- 2- Американский университет Центральной Азии, Бишкек, Кыргызстан
- 3- Центрально Азиатский институт прикладных исследований Земли, Бишкек, Кыргызстан
- 4- ОАО «Электрические станции», Бишкек, Кыргызстан

Абстракт. Оснащение сейсмической сети плотин и водохранилищ сегодня считается важной задачей для понимания значительных сейсмических опасностей, с которыми сталкиваются существующие плотины или будущие плотины. С появлением цифровых сейсмических акселерометров и регистраторов его можно использовать сегодня как неотъемлемую часть систем мониторинга безопасности плотин. Полученные данные этих инструментов помогают понять динамическую реакцию плотин во время землетрясений, оценить ущерб, причиняемой такими событиями, определить необходимые работы по модернизации, необходимые для существующих плотин, и спроектировать более безопасные плотины в будущем. Измерения и запись с помощью сейсмографов сильных движений охватывают индуцированное пиковое ускорение грунта (PGA), скорость и смещение, записанные по времени, чтобы указать интенсивность и частоту вибрации грунта на площадке во время сейсмических событий. Сейсмометры для таких измерений и регистрации значительно эволюционировали. Сегодня существует множество таких приборов с высокой степенью точности, которые могут обеспечить даже дистанционное зондирование. В этой работе обрисовано это развитие и описан пример оснащение сейсмического оборудования в плотинах.

Введение

Оснащение сейсмическими приборами и мониторинг плотин.

Сейсмическое оснащение измерительными приборами и мониторинг плотин — это особый раздел в области мониторинга состояния и реагирования конструкций, который представляет собой инновационный метод мониторинга состояния и характеристик конструкции, не влияющий иным образом на саму конструкцию и в условиях землетрясений. Он также использует функции систем уведомления. Основная концепция заключается в развертывании акселерометров сильного движения и связанных с ними систем сбора/анализа данных в плотине для обнаружения превышения допустимых критериев эффективности, а также для определения и проверки поведения конструкции.

Необходимость оснащение плотин сейсмическими приборами и введение мониторинга.

Прочность и эксплуатационная пригодность плотины могут быть значительно — даже окончательно — снижены из-за природных или антропогенных явлений, землетрясений, экстремальных уровней эксплуатации, неконтролируемых структурных изменений и различных других воздействий.

Используя сейсмические приборы и системы мониторинга, можно получать своевременные уведомления о любых потенциальных проблемах и отслеживать поведение плотины. Появляющееся использование сейсмического оборудования и мониторинга, особенно в последние десятилетия, является результатом растущей потребности в мониторинге опасностей и связанных с ними рисков, а также в более эффективном управлении вопросами безопасности, касающимися плотин. Этому способствует постоянное развитие и совершенствование датчиков, систем сбора данных, коммуникационных технологий и других технологических достижений.

В прошлом мы наблюдали значительные структурные разрушения плотин из-за землетрясений, таких как плотина Ши Кан на Тайване во время землетрясения в Чи-Чи в 1999 году деформации и перегрузки.

Несмотря на некоторые успехи в динамическом анализе плотин, до сих пор невозможно достоверно прогнозировать поведение плотин при очень сильных сотрясениях грунта из-за сложности моделирования неупругого поведения плотин, недостаточности информации о пространственном изменении движения грунта и других факторов. Сообщается, что землетрясение Вэньчуань 12 мая 2008 г. повредило 1803 плотины водохранилища, а также 403 гидроэлектростанции с установленной мощностью 3,3 ГВт (Виланд М., «Особенности сейсмической опасности в крупных проектах плотин и мониторинг сильных движений крупных плотин», 2009 г.).

Факторы, которые в конечном итоге приводят к разрушению, а также их тяжесть и влияние на конструкцию, можно измерять и контролировать с помощью систем сейсмического оборудования и мониторинга.

Преимущества оснащения сейсмической сети и сейсмического мониторинга.

Системы сейсмической сети мониторинга не только помогают снизить риски и затраты, но и помогают избежать стихийных бедствий благодаря своим уведомлениям, которые позволяют инициировать раннее обнаружение повреждений и, следовательно, помогают спасти жизни и имущество.

Используя данные, полученные системой, можно определить основные характеристики плотины, такие как демпфирование в большой конструкции плотины, усиление движения грунта на пути от основания или устоев к гребню, распространение волн внутри конструкции, дифференциальное движения между опорами, собственные частоты, формы колебаний и так далее.

Кроме того, система позволяет быстро оценить реакцию конструкции, таким образом, обеспечивая очень полезную меру для принятия решения о том, разрешить ли нормальную работу или инициировать более полную проверку перед началом функционировании турбин.

Идеальная система сейсмической сети и мониторинга предоставляет по запросу информацию об измеренных характеристиках вашей конструкции, а также предупреждения о любых обнаруженных превышениях. Следовательно, также значительно снижаются затраты на ремонт за счет раннего обнаружения повреждений, что делает контролируемую конструкцию более безопасной, повышая экономическую эффективность ее обслуживания.

Преимущества сейсмической сети и мониторинга плотин обычно включают:

- более глубокое понимание поведения и характеристик конструкций на месте;

- обеспечение структурной устойчивости и пригодности к эксплуатации;
- достоверное информационное срабатывание предохранительных устройств;
- возможность своевременного оповещения населения, проживающего в долине нижнего течения;
- фактические данные для проверки и улучшения сейсмических расчетных критериев плотины;
- сокращение времени простоя на осмотр и ремонт;
- разработка рациональных стратегий обслуживания/управления;
- повышенная стоимость активов по сравнению с неконтролируемой недвижимостью;
- повышение эффективности распределения дефицитных ресурсов.

Кроме того, сейсмические сети и мониторинг позволяют и поощряют надежное использование новых и инновационных материалов и конструкций в технике.

Методология и технология

Каждая плотина уникальна, поэтому система мониторинга, которая должна применяться, также уникальна. Однако существуют типовые системные топологии, которые рекомендуются и успешно используются в течение нескольких лет. В этой сфере успешно функционируют сейсмические сети от производителей Digos, Kinematics, GeoSIG, которые имеют своих приборов по более чем 200 существующим системам плотин. В тесном сотрудничестве с владельцем/подрядчиком поставляет индивидуальные сейсмические приборы и системы мониторинга для каждого проекта.

Обычно предусматривается абсолютный минимум 4 точек измерения: одна в основании плотины, одна на гребне, одна на опоре и одна в точке свободного поля на расстоянии, примерно в 3-4 раза превышающем высоту плотины. На рисунке 1 показана рекомендуемая топология сейсмического оборудования плотины.

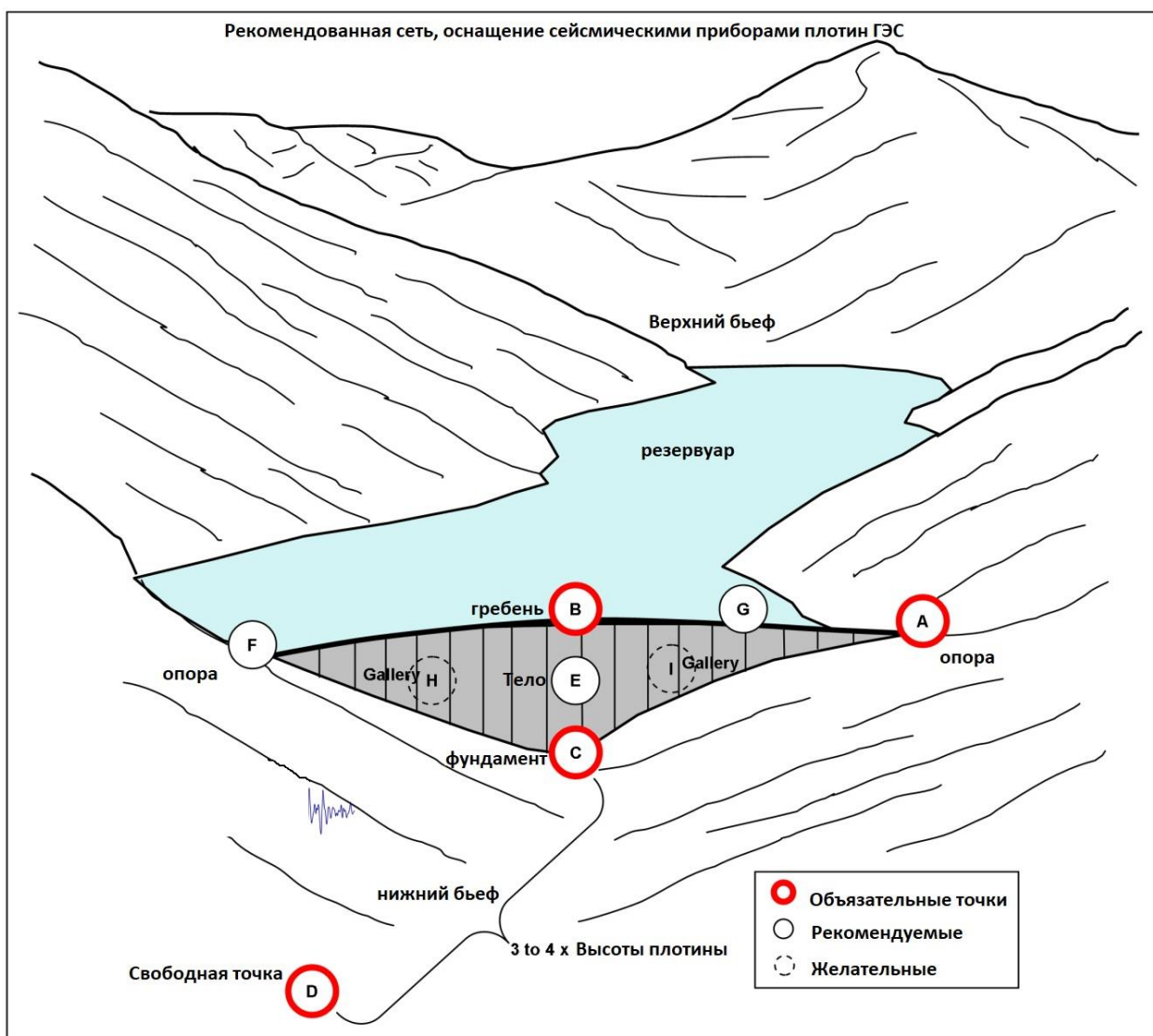


Рис. 1. Оснащение сейсмическими приборами плотины ГЭС.

В каждой точке измерения установлен акселерометр, регистратор данных собирает сырые данные об ускорении и передают их в систему сбора данных (ССБ). Из ССБ данные собираются и отбираются. Затем его можно передать на удаленное место или сохранить локально для автоматической/оператор обработки. Система должна иметь инструменты для удаления обычных данных, шумов, температурных или других нежелательных эффектов перед сохранением, а также для упрощения, ускорения и повышения точности интерпретации данных. Диагностика преобразует сигналы абстрактных данных в полезную информацию о реакции и состоянии конструкции.

Уровни срабатывания для выдачи предупредительных сигналов или уведомлений (при превышении ранее определенных значений) будут установлены в соответствии с его конкретными свойствами и возможностями, с учетом конструкции, устойчивости, долговечности и стабильности.

Правильное решения по оснащению сейсмической сети и мониторингу позволяют применять методологию «проектирование по сравнению с измерением» с точки зрения проверок и уведомлений. Подробный современный анализ данных затем используются для обеспечения надежных предупреждений и уведомлений по электронной почте, SMS или визуальным и звуковым сигналам. Их даже можно использовать в качестве автоматических

реле для включения или выключения нужного оборудования или операций. Результаты автоматически документируются в настраиваемых отчетах и могут автоматически распечатываться или передаваться различным получателям, что позволяет принимать рациональные инженерные решения, основанные на анализах.

По сути, разнообразные измерения, сбор и интерпретация данных, а также методы уведомления и отчетности, используемые системами сейсмической сети и мониторинга, создают «интеллектуальные плотины», которые являются более безопасными, долговечными, более надежными и более низко-затратными в эксплуатации, обслуживании и при страховании.

Литература

1. Инструментальные системы КОСМОС для диагностики сейсмостойкости мостов и плотин 2001 г.
2. Дарбре Г.Р., Практика анализа плотин на землетрясения, 2000 г.
3. Дарбре Г.Р., Безопасность плотин в Швейцарии, 2005 г.
4. Федок Дж., J USGS OFR 82-469 Инструментарий сильного движения плотин
5. Федеральное руководство FEMA-65 по плотинам и безопасности 2005 г.
6. ICOLD B87 Улучшение существующих рекомендаций по мониторингу плотин и историй болезни 1992 г.
7. ICOLD B98 Обзор дамб хвостохранилищ и сейсмичность и рекомендации 1995 г.
8. Статистический анализ прорывов плотин ICOLD B99, 1995 г.
9. Документ с изложением позиции ICOLD Безопасность гидроэлектростанций и землетрясения, август 2010 г.
10. Национальный исследовательский совет Национальной академии наук по безопасности существующих плотин, 1983 г.
11. Виланд М., Сейсмостойкость существующих плотин 2006 г.
12. Виланд М., Презентация сейсмостойкости существующих плотин 2006 г.
13. Виланд М., Сейсмические аспекты проектирования плотин 2002 г.
14. Виланд М., Инструментарий для реагирования на плотины 2002 г.
15. Виланд М., «Особенности сейсмической опасности в крупных проектах плотин и мониторинг сильных движений крупных плотин», 2009 г.