

## РОЛЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В АВАРИЯХ НА ВОДОХРАНИЛИЩАХ АРМЕНИИ

**Бойнагрян В., Айриянц А.**

*Ереванский государственный университет, Ереван, Армения  
vboynagryan@ysu.am;  
vboynagryan@gmail.com*

### Введение

Повсюду в мире имеется множество плотин разной конструкции (грунтовые, каменные, бетонные, деревянные) и размеров, а также разного назначения. Это могут быть плотины водохранилищ, создаваемых для накопления воды с целью орошения сельскохозяйственных земель; бытовых потребностей населенных пунктов и промышленного использования; выработки электроэнергии на ГЭС; отдыха населения, рыбоводства, улучшения навигации. Плотины строят также для защиты от селей (например, селехранилище в урочище Медео, Казахстан); накопления отходов горно-обогатительных предприятий в хвостохранилищах; защиты от наводнений в устьях рек (например, в устье р. Нева) или в прибрежных районах, расположенных ниже уровня моря (Нидерланды, южное побережье США у гор. Новый Орлеан) и др.

Нередко на плотинах случаются аварии, связанные с сильными землетрясениями (плотина “Зипингпу” – Китай, Сычуаньское ЗТ 2008г.,  $M=8$ ; плотина “Яшинкуль” – Киргизия, Ташкентское ЗТ 1966г.,  $M=5,2$  [1]; плотина ГЭС “Байньцяо” на р. Жухэ высотой 118 м – Китай, сильное ЗТ 7-го августа 1975г. и одновременно выпавшие за один день 1631 мм осадков – это была самая смертоносная катастрофа с прорывом плотины в истории человечества [2]; бетонная арочная плотина “Мальпасе” на р. Рейран, Франция, 1959г. – разрушилась моментально при землетрясении из-за низкого качества использованного цемента, длительных взрывных работ на строительстве автомобильного шоссе поблизости от плотины, а также из-за того, что плотина была построена из гнейса, который под давлением становится водопроницаемым) [3] (рис. 1-2).

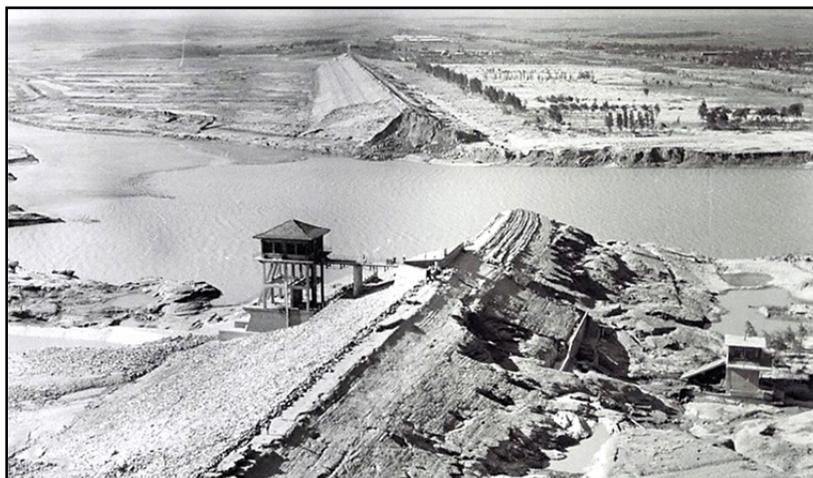


Рис. 1. Прорыв плотины “Байньцяо” (фото из Интернета).

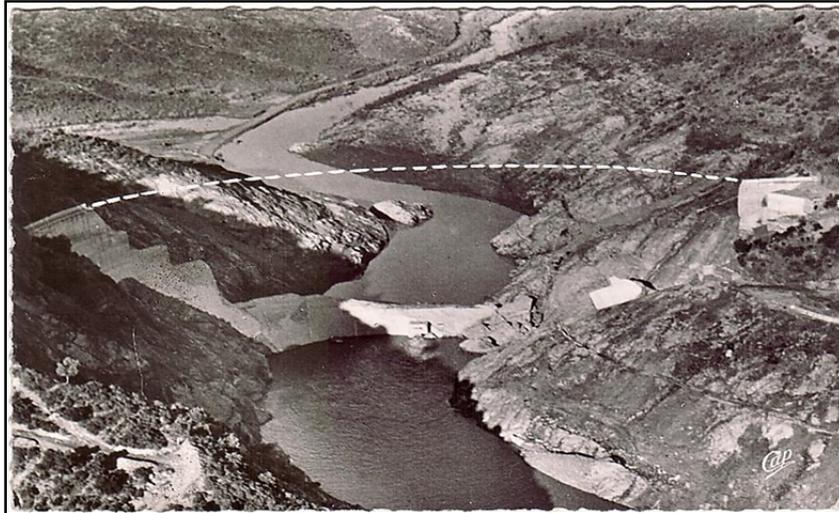


Рис. 2. Разрушенная плотина “Мальпассе” (фото из Интернета).

Часты аварии или полное разрушение плотин водохранилищ из-за переполнения их чаши вследствие обильных осадков (обычно в несколько раз выше нормы): та же плотина Байныця, прорыв дамбы на р. Фухэ – Китай, июнь 2010г. (рис. 3); плотина “Кызылагаш” -Казахстан, март 2010г., сильные дожди и интенсивное таяние снегов [4].



Рис. 3. Прорыв дамбы на р. Фухэ (Китай) (фото из Интернета).

В 1928г. обрушилась целиком плотина “Сент-Френсис” высотой 59 м (США, штат Калифорния) вследствие разрушения фундамента из-за наличия под восточной её опорой палеоразлома и недостаточной инженерной бдительности при появлении первых усадочных трещин в бетоне в процессе строительства [3].

Строительство плотин и эксплуатация водохранилищ в горных странах, каковой является и Армения, связано с определенными особенностями: высокая сейсмичность; узкие и глубокие долины рек; сложное геологическое строение склонов речных долин; широкое распространение опасных склоновых процессов, которые могут воздействовать на устойчивость плотин.

### **Материал и методы**

Используемые в настоящей работе данные собраны авторами в процессе полевых исследований в Армении, а также имеющихся публикаций по авариям плотин в мире.

## Результаты и обсуждение

В Армении имеется более 80 водохранилищ разных размеров, построенных в основном до 90-х годов XX в. Большинство из них предназначено для создания запасов воды и их использования в сухие сезоны года с целью орошения сельскохозяйственных земель. Из этих водохранилищ 35 имеют объём 1 млн м<sup>3</sup> и более. Наиболее крупными являются Ахурянское (объём 525 млн м<sup>3</sup>), Спандарянское (257 млн м<sup>3</sup>) и Арпиличское (105 млн м<sup>3</sup>). Высота плотин большинства водохранилищ колеблется в пределах от нескольких метров до 50 м. Лишь 8 плотин имеют высоту более 50 м. Из них самыми высокими являются плотины водохранилищ Гехи (90 м), Спандаряна (83 м), Азата (76 м) и Гергера (74 м).

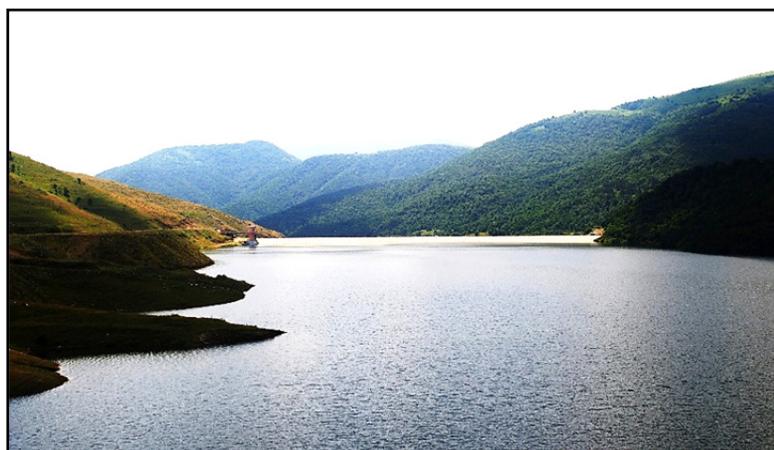
Безопасность существования водохранилищ зависит, в первую очередь, от устойчивости плотин: их качественного сооружения, способности выдержать давление огромной массы воды и устоять при сильных землетрясениях. К сожалению, некачественное сооружение ряда плотин привело в разные годы к аварийным ситуациям вплоть до их прорыва с формированием мощного водного потока селевого характера и затоплением жилых и подсобных помещений, а также приусадебных участков в нижнем бьефе.

Наши исследования показали, что все аварии на плотинах водохранилищ Армении были связаны с человеческим фактором: некачественное строительство тела плотины; использование несоответствующего нормативам заполнителя тела плотины; игнорирование имеющихся поблизости от строящейся плотины оползней, родников и т.п.

Одна из таких аварий произошла на *Мармарикском водохранилище* в ноябре 1974 г. Плотина водохранилища была сооружена в долине р. Мармарик примерно в 2 км вверх по течению от села Артаваз. Однако она обрушилась почти сразу после завершения работ по её строительству, ещё до заполнения чаши водой. Плотина осела в сторону нижнего откоса на 9-18 м и нарушила ядро и низовую призму. Это обрушение было вызвано ошибкой в проектировании и, частично, в технологии по укладке и уплотнении грунтов в теле плотины. На обрушение плотины повлияло и то, что с правого борта долины реки в тело плотины разгружались два родника, постоянно увлажняя грунт. Однако это обстоятельство было проигнорировано строителями.

Одновременно, в качестве заполнителя тела плотины использовались довольно влажные глины, т.к. в период укладки грунта в плотину выпало много осадков, и все окрестные глины были сильно увлажнены. Все это вместе и явилось причиной аварии на плотине.

Если бы обрушение плотины произошло чуть позже, после заполнения водой чаши водохранилища, то эта авария имела бы катастрофический характер, ибо тогда сформировался бы паводок селевого характера, который бы уничтожил все сооружения на своем пути (а это села Артаваз, Пьюник, детские дома отдыха, базы практики студентов ЕГУ и Политехнического университета и др.).



Разрушенную плотину разобрали в 2006 г. и на её месте построили новую плотину высотой 24,5 м, которую сдали в эксплуатацию в 2012 году. К 2014 г. чаша Мармарикского водохранилища была заполнена полностью (рис. 4-5).

*Рис. 4. Плотина Мармарикского водохранилища (фото В.Бойнагряна).*

*Рис. 5. Мармарикское водохранилище: в правой части снимка – полузатопленный “язык” старого оползня, сошедшего со склона северной экспозиции Цахкуняцкого хребта (фото В.Бойнагряна).*



Весной 1976 г. произошел прорыв земляной плотины высотой 9 м на *Агаракском водохранилище* (Эчмиадзинский район) из-за её некачественного сооружения. Дно чаши водохранилища и верхний откос тела плотины были покрыты специальной полиэтиленовой пленкой, поверх которой был уложен слой глины толщиной 20 см вместо предусмотренных по проекту 50 см. В ядро плотины не был внесен необходимый по проекту объем цемента (по признанию самого бригадира строителей). Когда водохранилище заполнили водой, в теле плотины под воздействием давления воды образовалась щель. В эту щель втянуло полиэтиленовую пленку, которая довольно быстро прорвалась и в образовавшееся отверстие хлынула вода. В результате этого тело плотины оказалось прорезанным на всю его высоту, и за считанные минуты вся вода из водохранилища вытекла в нижний бьеф, сформировав мощный селевой поток.

Этот водо-грязевый поток высотой волны более 2 м обрушился на жилые и подсобные помещения сельчан по пути своего следования. Было затоплено несколько домов, в которых под тяжестью слоя грязи и камней полы обрушились в подвальные помещения вместе со всей мебелью и домашним имуществом. Селевая волна дошла до автодороги Ереван-Эчмиадзин (рис. 6 -9).



*Рис. 6. Прорванное на всю высоту (9 м) тело плотины (фото В. Бойнагряна).*



*Рис. 7. Порванная полиэтиленовая пленка на месте прорыва плотины (фото В. Бойнагряна).*



*Рис. 8. Остатки воды, вытекающей из водохранилища (фото В. Бойнагряна).*



*Рис. 9. Дома, пострадавшие от селевого потока при прорыве Агаракской плотины (фото В.Бойнагряна).*

В январе 2012 г. в правой части плотины *Мецаванского водохранилища* (верховье р. Ташир, Лорийская область) появились трещины вследствие разрушения железобетонных конструкций из-за использования некачественного цемента (или его недостаточного количества) и началась утечка воды (рис. 10). Эта утечка воды могла привести к расширению трещин и созданию аварийной ситуации. Лишь своевременное понижение уровня воды в водохранилище, а затем и его полное осушение в феврале 2020 г. помогло предотвратить катастрофу.



*Рис. 10. Утечка воды через трещину в теле Мецаванской плотины (фото из Интернета).*

## **Выводы**

Плотины наиболее крупных водохранилищ Армении имеют возраст от 36 до 74 лет, а самые высокие из них – 36-49 лет. Ясно, что с течением времени железобетонные конструкции изнашиваются не только вследствие выветривания бетона из-за температурных колебаний и периодического процесса “намокание – высыхание“ при изменениях уровня воды в водохранилище, но и вследствие первоначального некачественного строительства с нарушением принятых норм (такие нарушения встречаются нередко – см. выше). Поэтому крайне необходимы контроль за состоянием плотины и принятие срочных мер при появлении признаков нарушения их целостности (появление трещин, отслаивание бетона, обнажение металлических конструкций и т.п.). Одновременно необходим мониторинг склонов речной долины, на которые опирается плотина и которые формируют чашу водохранилища, с целью выявления признаков оползневых подвижек и возможных обвалов. Оползни и обвалы спровоцируют выброс из чаши водохранилища водяного вала значительной высоты, который может повредить плотину вплоть до её полного разрушения и сформировать селевой поток со всеми негативными последствиями.

## **ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА**

1. Ахмедов М.А., Саямова К.Д. Землетрясения и безопасность плотин. Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, № 5, 2015, с. 91-94.
2. [ozeraireki.ru/sooruzheniya/krupnejshie-razrusheniya-plotin](http://ozeraireki.ru/sooruzheniya/krupnejshie-razrusheniya-plotin)
3. [cawater-info.net/bk/dam-safety/catastrophes.htm](http://cawater-info.net/bk/dam-safety/catastrophes.htm)
4. [ru.wikipedia.org/wiki/Прорыв\\_плотины\\_в\\_Кызылагаше](http://ru.wikipedia.org/wiki/Прорыв_плотины_в_Кызылагаше)

## РОЛЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В АВАРИЯХ НА ВОДОХРАНИЛИЩАХ АРМЕНИИ

Бойнагрян В., Айриянц А.

### Реферат

Рассмотрены причины аварии на трех водохранилищах Армении, связанные с человеческим фактором: нарушение строительных норм при возведении плотин (использование некачественного цемента или его недостаточного количества, влажных глин), игнорирование наличия рядом с возводимой плотинной родников и т.п.

**Ключевые слова:** Аварии, водохранилища, плотины, факторы.

## ადამიანის ფაქტორის როლი ავარიებში სომხეთის წყალსაცავებზე

ბოინაგრიანი ვ., აირიანცი ა.

### რეზიუმე

ჩვენ შევისწავლეთ სომხეთში სამ წყალსაცავში მომხდარი უბედური შემთხვევების მიზეზები, რომლებიც დაკავშირებულია ადამიანურ ფაქტორთან: კაშხლების მშენებლობის დროს სამშენებლო რეგულაციების დარღვევა (დაბალი ხარისხის ცემენტის გამოყენება ან მისი არასაკმარისი რაოდენობა, სველი თიხები), კაშხლის მახლობლად წყაროების არსებობის იგნორირება და ა.შ.

**საკვანძო სიტყვები:** უბედური შემთხვევები, წყალსაცავები, კაშხლები, ფაქტორები.

## THE ROLE OF THE HUMAN FACTOR IN ACCIDENTS ON THE RESERVOIRS OF ARMENIA

Boynagryan V., Airiyants A.

### Abstract

We have examined the causes of accidents at three reservoirs in Armenia related to the human factor: violation of building regulations during the construction of dams (use of low-quality cement or its insufficient quantity, wet clays), ignoring the presence of springs near the dam being built, etc.

**Keywords:** Accidents, reservoirs, dams, factors.