

УДК (628.393.614.8)

В.Е. Левкевич, проф., д-р. техн. наук (БНТУ, г. Минск);

Г.И. Касперов, доц., канд. техн. наук;

А.Г. Чернышова, студ. (БГТУ, г. Минск)

## **ТЕХНОГЕННЫЕ АВАРИИ НА ВОДНЫХ ИСКУССТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ**

На сегодняшний день на территории Республики Беларусь расположены 85 водохранилищ с максимальным объемом водных масс до 260 млн. м<sup>3</sup> [1]. В случае разрушения инженерных сооружений и воздействия волны прорыва на территории, население, объекты и окружающую среду в нижнем бьефе делает эти водохранилища потенциально опасными объектами [2].

В качестве подпорных конструкций на значительной части водохранилищ обычно используются земляные плотины. В процессе эксплуатации таких гидротехнических сооружений создается угроза возникновения чрезвычайных ситуаций с образованием волн прорыва, катастрофических затоплений и прорывного паводка [3]. Аварии на гидротехнических сооружениях отрицательно влияют на прилегающую территорию, деятельность многих отраслей промышленности и сельского хозяйства. За 1968-2024 гг. в мире произошло более 300 аварий на гидротехнических сооружениях.

Наибольшее количество аварийных ситуаций происходит на земляных плотинах. Ошибки при проектировании, перелив воды через гребень плотины, фильтрационные деформации тела плотин и грунтов основания, оползания и деформации откосов являются наиболее частыми причинами аварий земляных плотин. Следствием аварий являются катастрофическое затопление территории и таранное воздействие волны прорыва на людей и сооружения. Такие чрезвычайные ситуации часто приводят к тяжелым последствиям с человеческими жертвами и большим материальным ущербом. Ниже приведено описание некоего техногенных аварий на искусственных водных объектах.

Так, при техногенной катастрофе, произошедшей 17 августа 2009 года на Саяно-Шушенской ГЭС, погибло 75 человек, оборудованию и помещениям станции нанесён серьёзный ущерб (рис. 1). Работа станции по производству электроэнергии была приостановлена. Последствия аварии отразились на экологической обстановке акватории, прилегающей к ГЭС, на социальной и экономической сферах региона. Причиной аварии стало разрушение шпилек крепления крышки турбины гидроагрегата, вызванное дополнительными динамическими

нагрузка-ми переменного характера, которому предшествовало образование и развитие усталостных повреждений узлов крепления, что привело к срыву крышки и затоплению машинного зала станции [4].

В 2009 году крупное отключение электроэнергии, известное как бразильское и парагвайское затмение, продолжавшееся в течение десяти дней, поразило только в Бразилии около 60 миллионов человек (рис.2). Проливные дожди и сильные ветры привели к короткому замыканию трех трансформаторов на высоковольтной линии электропередачи, прервав работу линии и автоматически вызвав общую потерю 14 ГВт и остановив плотину Итайпу впервые за ее 25-летнюю историю. Перерыв в производстве электроэнергии, по словам бразильских чиновников, сильно затронул 18 из 26 округов страны [5].



**Рисунок 1 – Авария на Саяно-Шушенской ГЭС**



**Рисунок 2 – Авария на ГЭС в Бразилии**

В июне 2010 на дамбе Чаньгкай, Китай, в результате продолжительных дождей образовалась крупная пробоина шириной 347 метров (рис. 3). В результате этого река вышла из берегов. Из зоны аварии были эвакуированы около 100 тысяч человек. Всего же в десяти территориальных единицах Южного и Восточного Китая из-за проливных дождей, вызвавших наводнения, переполнения водохранилищ и сходы оползней, погибли 199 человек, считаются пропавшими без вести 123 человека (по официальной версии). Из опасных районов было эвакуировано почти два с половиной миллиона человек. Экономический ущерб составил около 6,2 миллиарда долларов США [6].

Оровилльская плотина расположена на реке Фитер к востоку от города Оровилл в штате Калифорния, США (рис. 4). Земляная насыпь плотины достигает высоты 230 метров, дамба является самой высокой в США 22 июля 2009 года работники гидроузла проводили испытания речного клапана. Когда поток воды через клапан достиг 85 % от максимального была обрушена и увлечена в поток разделительная перегородка. Трех рабочих сбilo с ног всасываемым в тоннель воздухом, двое из них были увлечены за край рабочей площадки. Один из рабо-

чих серьёзно пострадал от летящих инструментов и частей оборудования. Сумма штрафа составила 76 125 долларов [6].



**Рисунок 3 – Прорыв дамбы  
Чаньгкай, Китай**



**Рисунок 4 – Авария на  
Оровильской плотине, США**

Прорыв плотины в Кызылагаше, Казахстан (рис. 5) произошёл в ночь с 11 на 12 марта. Вследствие 2-метровой волной была затоплена значительная территория. Вода также смыла мост на трассе Алма-Ата – Усть-Каменогорск. В результате паводка 43 человека погибли, в том числе восемь детей; 300 получили ранения разной степени тяжести и около 1000 были эвакуированы; 146 домов было снесено полностью, 251 разрушены и 42 повреждены [7].

Прорыв плотины Кокпектинского водохранилища (рис. 6) произошёл в ночь на понедельник, 31 марта 2014 г., спустя полтора часа уровень воды начал спадать. Спасателям удалось спасти 125 жителей села, при этом, по данным МЧС, четверо жителей погибли [8].



**Рисунок 5 – Прорыв плотины  
Кызыл-Агашского водохранилища**



**Рисунок 6 – Прорыв плотины  
Кокпектинского водохранилища**

В 1993 году в Свердловской области Российской Федерации произошел прорыв плотины длиной 2 километра и высотой 17 метров на Киселёвском водохранилище. От наводнения пострадало 6,5 тысячи человек, погибли 12 человек. Причинен большой материальный ущерб, были разрушены железнодорожный и 5 автомобильных мо-

стов. В 2013 году в Беларуси произошли две аварии на плотинах на реке Припять в результате прорывов дамб – вблизи д. Мордвин и г. Турова. Подтоплены подворья, улицы в населенных пунктах, пойменные территории. В 2006 году на реке Зарежанка произошел прорыв земляной плотины во время паводка из-за неисправности механизма водосливного пролета.

Приведенные данные свидетельствуют о серьезной опасности, представляемой водохранилищами для населения, территории и объектов экономики. Вероятность наводнений будет существовать всегда, но управление рисками может существенно снизить предполагаемые негативные последствия. Предотвращение аварий на водохранилищах, минимизация негативных последствий наводнений является актуальной задачей обеспечения безопасности населения и территорий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Водоохранилища Беларуси: справочник / М.Ю. Калинин [и др.]; под общ. ред. М.Ю. Калинина. – Минск : Полиграфкомбинат им. Я. Коласа, 2005. – 183 с.

2. Широков, В. М. Водоохранилища Белоруссии: природные особенности и взаимодействие с окружающей средой / В. М. Широков, П. С. Лопух. – Мн. : Университетское, 1991. – 207 с.

3. Dams and development. The Report of the World Commission on Dams. EARTHSCAN. London and Sterling, VA. November 2000. P. 404.

4. Википедия [ Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nevsedoma.com> – Дата доступа: 14.12.2024.

5. Википедия [ Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.electronic-sirens.com> – Дата доступа: 14.12.2024.

6. Википедия [ Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.myenergy.ru> – Дата доступа: 14.12.2024.

7. Википедия [ Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nevsedoma.com> – Дата доступа: 15.12.2024.