

УДК 626/627.03.042.019.3

К ВОПРОСУ О СОСТОЯНИИ ПЛОТИНЫ КИЕВСКОЙ ГЭС

Л.Е. Михайленко, Ю.С. Лапшин, В.Н. Ващенко

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, вул.
Урицького, 35, 03035, Київ, dei2005@ukr.net

Обобщены данные по авариям на плотинах в различных странах мира за последние 50 лет. Показано, что причиной таких аварий являются стихийные бедствия и человеческий фактор. По различным странам приведены оценки последствий аварий – экономический ущерб и человеческие жертвы. Подчеркнуты особенности плотины Киевской ГЭС. Для предупреждения катастрофы необходимы превентивные инженерные разработки по предупреждению аварии, а также неукоснительное соблюдение мониторинга за состоянием плотины. *Ключевые слова:* плотина, Киевская ГЭС, авария, экономический ущерб, человеческие жертвы, природные катаклизмы, прорыв, человеческий фактор, профилактика.

До питання про стан греблі Київської ГЕС. Л.Е. Михайленко, Ю.С. Лапшин, В.М. Ващенко. Узагальнені випадки аварій на греблях в різних країнах світу за останні 50 років. З'ясовано, що подібні аварії спричинені стихійними природними лихами і людським чинником. По різних країнах наведено наслідки аварій – економічні збитки та людські жертви. Підкреслено особливості греблі Київської ГЕС. Для попередження катастрофи необхідні інженерні розробки по недопущенню аварій, а також постійне виконання моніторингу за станом греблі Київської ГЕС. *Ключові слова:* гребля, Київська ГЕС, аварія, економічні збитки, людські жертви, природні катаклізми, прорив, людський чинник, профілактика.

To question about the state of weir of Kiev HPP. L.E. Mikhailenko, Y.S. Lapshin, V.M. Vashchenko. The data on accidents at dams throughout the world for the last 50 years was consolidated. It is shown that the cause of such accidents are natural disasters and human error. According to various countries the consequences of accidents are assessed - the economic and human losses. It is highlighted features of the Kiev hydroelectric dam. To prevent the development of preventive needed to prevent accidents, as well as strict adherence to monitoring the condition of the dam. *Keywords:* dam, Kyiv hydroelectric power station, an accident, the economic damage, casualties, natural disasters, a breakthrough, human factors, prevention.

Вступление

Человечество с древнейших времен страдало от природных катаклизмов – землетрясений, наводнений, лесных пожаров. Со второй половины XX столетия к ним присоединились технические катастрофы – аварии на газо- и нефтепроводах, аварии АЭС, прорывы плотин и дамб.

К началу XXI века на земном шаре в результате зарегулирования плотинами стока рек построено более 30 тыс. водохранилищ объемом более 1 млн м³, которыми затоплено 0,25 % территории суши.

Большинство водохранилищ сооружено в целях гидроэнергетики, ирригации, водоснабжения (технического и питьевого), а также улучшения работы водного транспорта.

К началу XXI века в мире было построено 46 тысяч больших плотин – высота более 15 м (Ляпичев, 2008).

Анализ существующих плотин в различных странах показал, что плотин надежных не бывает. Статистика, основанная на достаточно представительной выборке, свидетельствует, что в среднем на 15000 крупных гидросооружений приходится 1,5 аварий в год (Maidment D.R. ed. Handbook of Hydrology. New York, N. Y : Mc. Grow–fill Inc., 1992).

Причиной таких аварий являются стихийные бедствия – тайфуны, землетрясения, мощные ливни, а также человеческий фактор. В XXI веке особую опасность приобрела возможность теракта.

Не является исключением и плотина Киевской ГЭС, построенная в 1964 г. Ситуация здесь усугубляется тем, что после аварии на ЧАЭС (1986) на дне Киевского водохранилища накопилось 90 млн т (330 тыс. железнодорожных вагонов) рыхлого радиоактивного ила, который способен превратить движущуюся воду в тяжелую жидкость и тем увеличить в полтора раза разрушительную силу потока. При этом радиоактивный ил поступит в расположенные ниже водохранилища днепровского каскада.

Эти обстоятельства дают основание прогнозировать, что в случае аварии её последствия по фатальности не будут иметь равных. Заметим, что 80 % населения Украины потребляют воду из бассейна Днестра.

Прорыв плотин приносит большой экономический ущерб, разрушая все, что создано человеком на землях ниже плотины. При этом сотни тысяч людей остаются без крова, а также нередки случаи их гибели.

Цель настоящей работы – обобщить известные случаи аварий на плотинах в различных странах мира, проанализировать их причины и последствия, сопровождающиеся экономическим ущербом и человеческими жертвами.

Показано особую опасность плотины Киевской ГЭС и необходимость экономических вложений с целью усиления надёжности этого стратегического объекта.

В наши задачи входит усилить внимание власти, учёных и общественности к вопросу принятия превентивных решений с целью не допустить аварию на плотине Киевской ГЭС.

Состояние вопроса

Имеются примеры, когда плотины, построенные в различных странах в отличающихся природных условиях, доказали свою надёжность. Так, в Англии 50 % плотин построены более 80 лет тому назад. В Испании 10 плотин функционируют более 1600 лет. В Германии на Рейне до сих пор работает старейшая в Европе ГЭС Рейнфельден, построенная в 1886 г.

Большинство существующих в мире плотин построено после 1950 г. Мировая статистика свидетельствует о тенденции роста аварий на ГЭС после 40–50 лет их эксплуатации [2].

Мы проанализировали причины и последствия разрушения плотин в различных странах за последние 50 лет (таблица).

Причиной таких аварий являются стихийные бедствия – тайфуны и мощные ливни, при которых за сутки могли выпадать двухмесячные нормы осадков (Польша, 2011); в Индии в засушливом штате Гуджарат в 1979г за

сутки выпала годовая норма осадков, в результате чего прорвало плотину на реке Махи.

Природным фактором разрушения плотин являются и землетрясения. Около 20% территории Украины считаются сейсмически опасными с периодическими землетрясениями интенсивностью 6-9 баллов по шкале MSK-64. За последние 1000 лет на территории Украины зафиксировано более 30-ти сильных землетрясений.

В сейсмических зонах различной интенсивности (6-9 баллов) находятся АР Крым, Закарпатская, Черновицкая, Винницкая, Кировоградская, Львовская, Одесская, Тернопольская, Хмельницкая области Украины.

Сильное влияние на территорию Украины оказывают землетрясения в Румынии, что подтверждается каталогами землетрясений, а также инструментальными наблюдениями за 1091-1990 гг. При землетрясении, сила которого в эпицентре составляла 9 баллов (магнитуда по Рихтеру), в Киеве были зафиксированы толчки в 1977г. 5 баллов, в 1986 и 1990гг- 4 балла.

По экспертным оценкам около 20% основных фондов Украины находятся в сейсмически активных зонах. Особую обеспокоенность вызывает техническое состояние плотин и гидротехнических сооружений ГЭС, хвостохранилищ, шламонакопителей промышленных предприятий, мостов и путепроводов, построенных в 50-60гг, которые по своему техническому состоянию исчерпали свой ресурс. Межведомственная комиссия по вопросам научно-технологической безопасности при Совете национальной безопасности и обороны Украины в 2008 и 2009гг рекомендовала Кабинету Министров разработать Концепцию и

Программу «Защита населения, зданий и сооружений от сейсмической опасности». Однако в соответствии с нормативными документами к объектам повышенной ответственности плотины и дамбы не относятся.

Одной из задач Программы должна быть разработка нормативной базы по сейсмобезопасности плотин и дамб в соответствии с требованиями евростандартов.

Существенную роль в причинах аварий играет и человеческий фактор – использование некачественного материала, нарушение технологии при строительстве плотин, отсутствие профилактического ремонта из-за недостаточности финансирования, пренебрежение техникой безопасности. Известен случай использования взрывчатки при строительстве автошоссе в нескольких сотнях метров от плотины, что привело к её разрушению (Франция, 1959).

В США катастрофическое затопление города Нью-Орлеан в 2005г. было вызвано не столько прорывами морских волн с Атлантики от урагана Катрина в прибрежную полосу города, сколько разрывом длинной противопаводковой земляной дамбы, защищающей город с противоположной стороны от крупного водохранилища. Высокие ветровые волны со стороны водохранилища привели к переливу воды через защитную дамбу, которая оказалась совершенно не подготовленной к этому воздействию.

К сожалению, более слабый ураган в Нью-Орлеане в 1962 г. уже повредил и частично смыл ту самую дамбу, однако тогда не были проведены соответствующие инженерные работы по повышению её надёжности.

Плотины бывают железобетонные, бетонные, земляные, каменно-земляные и грунтовые. В Нидерландах все плотины являются грунтовыми, в Англии их число составляет 67 %, Австрии – 12 % и всего 1 % в Норвегии [2].

Самыми надёжными являются железобетонные арочные плотины, существенно менее надёжны земляные плотины. Из общего числа аварий более трети происходят на земляных и каменно-земляных плотинах вследствие перелива воды через их гребень и последующего разрушения.

Равнинные ГЭС имеют высоту до 50 м, плотины высотой 50–100 м и более расположены в горных или предгорных районах.

В России построено 9 высоких (выше 100 м) бетонных плотин ГЭС. Уникальными высокими плотинами являются *арочная* Чиркейская (233 м) и *арочно-гравитационная* Саяно-Шушенская (242 м).

Заметим, что причиной аварии на Саяно-Шушенской ГЭС в 2009 г. стал человеческий фактор. На этой ГЭС произошло разрушение крепления крышки турбины гидроагрегата, что привело к её срыву. И хотя плотина устояла, и не было затопления населённых пунктов, сильное повреждение получили гидроагрегаты станции, был затоплен машинный зал, от энергоснабжения оказались отключены заводы Сибири-алюминиевые и ферросплавов. Погибло 75 человек (таблица).

Риск аварий ГЭС существует всегда. Определенный уровень риска заложен в нормах их безопасности. Человеческие жертвы при авариях на плотинах занимают третье место в мире после гибели людей во время авиакатастроф и при пожарах, если не при-

нимать во внимание автодорожную статистику.

Причинами аварий могут быть: нарушение фильтрационного режима вследствие суффозии или кольматации, сверхнормативный сброс воды, перелив воды через гребень плотины вследствие стихийных бедствий, повреждение или размыв тела плотины и береговых сооружений, неисправность оборудования.

Существует ряд факторов риска ГЭС характерных для стран СНГ – превышение нормативных сроков эксплуатации целого ряда плотин и ГЭС, нарушение работы отдельных узлов и отсутствие профилактического ремонта в связи с финансовыми трудностями, эксплуатация ГЭС в нерасчётных режимах.

Проверки, организованные на днепровском каскаде, информируют о критическом состоянии плотины Каневской ГЭС. В соответствии с информацией от 10.12.2010 г. при строительстве Каневской плотины в 1972–1975 гг. были использованы экспериментальные технологии состава бетона с включением золы. Бетонные конструкции могут разрушиться изнутри, и при этом внешняя поверхность плотины может выглядеть прочно вплоть до момента прорыва

Сооружение Каневской ГЭС не удовлетворяет международным нормам гидрологической безопасности: отсутствуют аварийные водосбросы, недостаточны водопропускные возможности шлюзов и водосбросов. Это достаточно серьёзные нарушения, учитывая, что плотина сдерживает 2,5 км³ воды Каневского водохранилища. [4].

Каневское водохранилище расположено ниже Киевского и приняло на себя значительные объёмы радиоакти-

вного загрязнения после аварии на ЧАЭС в 1986 г. (данные CEE Bank-watch Network). В случае нарушения целостности плотины значительная часть Черкасской области (с населением 1,2 млн человек) превратится в илистое радиоактивное болото.

В октябре 2010 г. свои опасения о состоянии плотины Каневской ГЭС высказывали специалисты Всемирной комиссии по дамбам и плотинам и экологические общественные организации. Документы неоднократно направлялись в Черкасскую областную государственную администрацию, однако, никакого реагирования не последовало.

Согласно СИГБ после 40–50 лет срока службы плотин заметно возрастает вероятность их повреждения и аварий. Плотина Киевской ГЭС была построена в 1964 г. (период эксплуатации составляет 47 лет). В число сооружений Киевского гидроузла входят здание ГЭС, плотина, судоходный шлюз, земляные дамбы.

Плотина Киевской ГЭС является комбинированной (бетонно-гравитационной и грунтовой). Длина плотины составляет – 42,3 км, ширина поверху – 50 м, высота – 10 м, пропускная способность – 12500 м³/с.

В Европейских СМИ Киевскую ГЭС называют одним из наиболее опасных гидротехнических объектов мира. Ещё в 1985 г. в теле Киевской плотины в районе села Лебедевка образовался проран (промоина). Попытки остановить воду, вытекавшую через трещину, песком и бетонными блоками не давали результатов. Ситуацию спасла огромная «галушка»: весь запас муки Киева, а также Киевской, Житомирской и Черниговской областей бросили в воду, при этом мука

превратилась в «галушку» и заткнула проран. Весь запас муки трех областей пустили на устранение этого ЧП, что привело к последующим перебоям с хлебом. Киевляне до сих пор помнят страшную панику, охватившую город после грозного предупреждения по радио. Чиновники, ответственные за эксплуатацию Киевской ГЭС, списали ситуацию на некоего сотрудника гражданской обороны, который по ошибке передал учебную ситуацию в прямой эфир [5].

Особенностью плотины Киевской ГЭС является то факт, что она подпирает 90 млн т радиоактивного ила. Ситуация усугубляется тем, что в Украине, кроме плотины Киевской ГЭС, имеются еще 5 плотин и 17 наземных атомных реакторов в сомнительном состоянии. Если пострадает плотина Киевской ГЭС, то на Украину и Европу из Киевского водохранилища хлынет радиоактивное цунами. Территория, на которой осядет радиоактивный ил, реабилитации не подлежит в ближайшие 1000 лет [6].

Управление риском – это определение цены риска (произведение ущерба от аварии на ее вероятность), выявление влияющих факторов, разработка и принятие превентивных мер.

Именно такой подход был предложен на III международном экологическом форуме (Херсон–2011) в инженерной разработке по снижению последствий аварии в случае прорыва плотины Киевской ГЭС [1].

Видимо, возможны и другие превентивные технические решения, направленные на предупреждение катастрофы.

Заключение

В работе обобщены данные по авариям на плотинах в различных странах мира за последние 50 лет.

Показано, что причиной таких аварий являются стихийные бедствия и человеческий фактор. По различным странам оценены последствия аварий – экономический ущерб и человеческие жертвы, численность которых могла достигать 340000 (Китай 1975).

Дана характеристика плотины Киевской ГЭС, срок эксплуатации которой к концу 2011 года составил 47 лет. Как показывает практика, после 40–50 лет эксплуатации заметно возрастает вероятность их повреждений и аварий.

В работе подчеркнуты особенности плотины Киевской ГЭС, которая с 1986 г. подпирала 90 млн т радиоактивного ила, образовавшегося после аварии на ЧАЭС.

Проблема аварий на плотинах должна включать три последовательных этапа – предупредительный, защитно-

профилактический и устранение последствий аварий.

Настоящее обобщение сделано в рамках предупредительного этапа. В качестве защитно-профилактического этапа должны быть научные разработки, направленные на решение прикладных задач по предупреждению аварий, а также неукоснительное соблюдение мониторинга за состоянием гидротехнических сооружений.

Третий этап – устранение аварий в условиях плотины Киевской ГЭС не допускается, поскольку подобная катастрофа накроет радиоактивным илом огромные территории, реабилитация которых может растянуться на тысячи лет.

Аналогично федеральному закону в России «О безопасности гидротехнических сооружений» (1997г) целесообразно принять в Украине закон «Про безпеку гідротехнічних споруд» с отдельным разделом по сейсмобезопасности плотин.

Приложение 1

Примеры аварий плотин в различных странах мира за последние 50 лет (1959-2010 гг.)

Год	Страна	Причины и последствия аварии	Количество погибших	Источник информации
1959	Франция	Прорвало плотину на реке Рейран на Лазурном берегу Средиземного моря. Длина плотины 222 м., ширина по основанию - 6,8м. Назначение плотины – ирригация и водоснабжение. Начало строительства – 1952г. Причины аварии – неудовлетворительное качество бетона, а также применение взрывчатки в нескольких сотнях метров от плотины при строительстве автомобильного шоссе. В результате прорыва плотины г. Фрежюс был по-	500	http://ru.wikipedia.org/wiki/Плотина_Мальпассе

1961	СССР (Киев)	лностью затоплен, имели место человеческие жертвы. Общий ущерб экономике составил 68 млн. \$. Прорвало временную земляную дамбу (13. 03. 1961) в Бабьем яру, которая была построена с целью замыть Бабин яр. Бабин яр должен был стать частью малой окружной дороги г. Киева. От кирпичных заводов по железной трубе в яр закачивали пульпу – смесь песка с глиной и воды в отношении 1:9. В условиях дождей пульпа, накопившаяся в яру, прорвала земляную дамбу и хлынула на расположенный ниже Бабьего яра густо населенный район - Куреневку. Поток жижи высотой 4м и шириной 20м со скоростью до 5 м/сек понесся вниз на Подол к улице Фрунзе. За считанные минуты под трехметровым слоем были погребены трамвайный парк, жилые дома, административные здания. Оборвавшиеся под напором пульпы электропровода упали на автобус, который вспыхнул., в результате все пассажиры погибли. Причина аварии – нарушения при строительстве дамбы (грунт не был уплотнен, отсутствовала дренажная призма). Объем грязевой массы, хлынувший на жилой район, составил 600 тыс. м3. общая площадь затопления – 30га, стерто с земли 80 зданий, осталось без крова 1230 человек. Имели место человеческие жертвы.	1500	Александр Анисимов книга «Киевский поток, Куреневская трагедия 13 марта 1961г.»Uk. Wikipedia.org.
1963	Италия	В штате Вайонт в чашу водохранилища за 20-30 сек обрушился горный массив объемом около 0,3 км3, который находился в состоянии незначительной подвижности. Оползень вызвал перелив воды (более 50 млн м3) через гребень плотины. Причина оползня – поднятие горизонта грунтовых вод в долине, вызванное строительством плотины, и продолжительные дожди летом 1963 года. Перелившийся через край плотины водяной вал высотой 90м в течении 15мин смыл несколько населенных пунктов. Имели место человеческие жертвы.	3200	Книга Т. Уолтхем Катастрофа: неистовая Земля. Перевод с англ.- Л.: «Недра», 1982-223с.
1975	Китай	Тайфун «Нина» прорвал плотину в верховьях реки Ру. Образовавшаяся гигантская волна прошла по рекам Ру и Хуай, разрушив 62 дамбы и плотины	340000	www.

1976		ГЭС. Число жертв увеличилось за счет разразившейся в районе бедствия эпидемии.		Plotina. Net
	США	Прорвало плотину на реке Тетон (штат Айдахо). Длина плотины 380м, ширина 200м. Это было вторая по масштабности плотина США. Причина разрушения плотины- строительная ошибка.	11, ранено 13000	
1977		Экономический ущерб составил 1млрд \$.		Олег Макаров «Оковы для воды: гидроэлектростанции – плюсы и минусы», 09.2009г.
	США	Прорвало плотину ГЭС в штате Техас. Плотина была построена в 1889г. Причина аварии – ее ветхость и халатность обслуживающего персонала.	40	
1979				
	Индия	Прорвало плотину в штате Гуджарат на реке Махи. Причина аварии – атмосферные осадки. За сутки выпало 55мм осадков, что составляет для этой засушливой области годовую норму. Имели место человеческие жертвы и разрушения – 60% жилого фонда было превращено в руины.	15000	
2004		Прорвало защитную дамбу электростанции «Далунтань» на реке Цинцзянь. Причина аварии – паводковые воды. Имели место разрушения и человеческие жертвы.	20	http://WWW.POPMECH.ru/article/5834-okovyiyadya-vodyi .
2005	Китай	Прорвало плотину ГЭС «Шакидор» на реке Шади. Высота плотины – 150 м. Причины аварии–мощные ливни. Затоплено несколько деревень, зафиксированы человеческие жертвы.	130, 500 человек ранены	http://expert.ru(ratings)table531121
2009	Пакистан	Прорвало плотину на водохранилище Алгодоэнс. Причина аварии – ливневые дожди, которые создали давление воды на участке плотины протяженностью 50м. Имели место разрушения и человеческие жертвы.	54, 80 человек ранены)	http://www.rus-stat.ru
2009	Бразилия	Произошла авария на Саяно-Шушенской ГЭС, которая является одной из самых значительных аварий в истории мировой гидроэнергетики. Строительство ГЭС было начато в 1968 году на реке Енисей в Красноярском крае, последний гидроагрегат был введен в 1987г. В среднем в год станция вырабатывала 235 млрд. киловатт-час электроэнергии, что позволяло обес-	75	http://expert.ru/ratings/table531121
	Россия			

	(Саяно-Шушенская ГЭС)	печивать значительную часть Сибири. Причина аварии – разрушение крепления крышки турбины гидроагрегата, что привело к ее срыву. В результате аварии сильное повреждение получили гидроагрегаты станции, разрушены стены и затоплен машинный зал. От энергоснабжения оказались отключены Саянский и Хакасский алюминиевые заводы, снижена подача энергии Красноярскому и Новокузнецкому алюминиевым заводам, а также Кемеровскому заводу ферросплавов. Плотина устояла, затопления населенных пунктов не было. Имелись человеческие жертвы.		HTTP://RIA .Ru /incidents http:// www. vsesmi.ru HTTP://RU/ Wikipedia .org
2010	Польша	Прорвало дамбу в результате поднятия воды озера до 2м в г. Вроцлав. Причина аварии – проливные дожди. В середине мая выпала 2-х месячная норма осадков. Пострадали Польша, Чехия, Словакия, Венгрия. В Польше более 20 тыс. людей были эвакуированы. Экономический ущерб от стихии составил 2 млрд. евро.	21	HTTP://LB. ua news
2012	Болгария	Прорвало плотину на водохранилище Иваново. <u>Причина аварии</u> – обильные снегопады, перешедшие в дождь, что привело к переполнению водохранилища. В результате сильного давления воды плотина прорвалась. В считанные минуты ушло под воду село Бисер, затоплен город Арманли, перекрыта международная автомагистраль «Е-80»	Из 1000 жителей села спасено 60	HTTP://W WW.ITAR- TASS. com.

Литература

1. Бондарь А. И., Лапшин Ю. С., Голубцова Н. Ю. К вопросу о сохранении и оздоровлении днепровского бассейна // Чисте місто. Чиста річка. Чиста планета.: Збірник матеріалів форуму. – Херсон: ХТІП, 2011. – 550 с.
2. Ляпичев Ю. П. Гидрологическая и техническая безопасность гидросооружений: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 222 с.
3. Maidment D. R. ed. Handbook of Hydrology. New York, N.Y:Mc. Grow-hill Inc, 1992.
4. <http://provincia.com.ua>
5. <http://www.novostimira.com.ua>
6. <http://infa.kharkov.ua>