10.28983/asj.y2020i3pp66-69 УДК 626

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ И ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОГО ВРЕДА ПРИ РАЗРУШЕНИИ ПЛОТИНЫ НА ПРУДУ «КАЗЕННЫЙ» ДЕРГАЧЕВСКОГО РАЙОНА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

АБДРАЗАКОВ Фярид Кинжаевич, *Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

МИХЕЕВА Ольга Валентиновна, *Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

В статье рассмотрено эксплуатационное состояние перегораживающего сооружения – плотины на пруду «Казенный» Дергачевского района Саратовской области. Представлен расчет вероятного вреда при аварии на гидротехнических сооружениях рассматриваемого водохранилища.

Введение. В настоящее время все большее внимание уделяется водным объектам. Водохранилища и пруды представляют собой опасность при неправильной эксплуатации и несоблюдении рекомендаций по реконструкции и ремонту элементов сооружений. Гидротехнические сооружения являются опасными объектами и при отсутствии своевременно принятых мер по устранению неполадок, выявленных в результате визуальных и инструментальных наблюдений, могут нанести значительный ущерб как населению, так и сельскому хозяйству, производственным объектам, попадающим в зону затопления.

Цель работы – исследование эксплуатационного состояния гидротехнических сооружений на пруду «Казенный» у пос. Новоросляевка Дергачевского района Саратовской области. Работы по обследованию объекта были выполнены в марте 2019 г.

Методика исследований. Пруд «Казенный» расположен в 2 км южнее пос. Новоросляевка Дергачевского района Саратовской области. Пруд был создан для противопожарных, хозяйственных и рекреационных целей. Он питается за счет грунтовых вод и атмосферных осадков. В настоящее время водохранилище не используется согласно своему функциональному назначению. На объекте проводились визуальные наблюдения по оценке эксплуатационного состояния плотины на пруду «Казенный» Дергачевского района Саратовской области (рис. 1).

Отметки гребня плотины (рис. 2) колеблются от 71,3 до 72,0 м. Проектная отметка гребня 72 м. Грунт, из которого отсыпано тело плотины, плотный, глинистый – глина, тяжелый суглинок. Длина плотины по гребню 604 м. В некоторых местах гребень плотины не ровный в плане и не имеет четких границ с откосом.

Плотина проезжая, ширина по гребню колеблется от проектных 9 м до 8 м в самом узком месте. Средняя высота плотины 6 м.

Низовой откос плотины (рис. 3) укреплен гидропосевом трав и находится в относительно хорошем состоянии. Промоин и осадочных явлений не обнаружено. Выход фильтрационного потока на поверхность по сухому откосу не обнаружен.

Рис. 1. Пруд «Казенный»

Рис. 2. Гребень плотины

Контроль за фильтрацией воды через тело плотины не ведется. Устройство контрольно-измерительной аппаратуры, а также дренажных устройств на плотине проектом не предусмотрено.

Верховой откос плотины (рис. 4) уположенный, на всем протяжении подмыт волнобоем. Высота подмыва от 1,0 до 1,5 м. От разрушительного воздействия волнобоя верховой откос укреплен лесополосой по линии уреза воды.

В некоторых местах гребень плотины разрушен до ширины 8 м. При дальнейшем действии волновой эрозии и отсутствии мероприятий по ликвидации разрушений возможны выходы фильтрационной воды на сухом откосе и образование промоин и проранов в теле плотины.

В левом плече плотины проектом предусмотрено водосбросное сооружение (рис. 5) в виде водосбросного канала в земляном русле.

При прохождении весеннего паводка более редкой повторяемости [6] водосбросное сооружение не в состоянии пропустить расход. Это послужило причиной образования естественным образом в правом плече плотины нерегулируемого водосбросного канала для пропуска катастрофических объемов воды.

Результаты исследований. В соответствии со ст. 9 Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений» собственник гидротехнического сооружения и эксплуатирующая организация обязаны систематически анализировать причины снижения уровня безопасности гидротехнического сооружения и своевременно осуществлять разработку и реализацию мер по обеспечению технически исправного состояния гидротехнического сооружения на его безопасности, а также по предотвращению аварии гидротехнического сооружения. Если грунтовая плотина отвечает всем эксплуатационным

Рис. 3. Низовой откос плотины

Рис. 4. Верховой откос плотины

Рис. 5. Водосбросной канал

требованиям, то она может считаться исправной и эксплуатироваться без дальнейшей реконструкции и ремонта [4, 6].

В соответствии с формулой (1) определим коэффициент риска r_a, который позволит оценить $P_a(ГТС)$ вероятность или частоту возникновения аварии:

$$P_a(\text{ГТС}) = 0{,}5erfc\left[\beta \cdot \frac{ln\left(r_a/r_k\right)}{ln\left(r_{доп}/r_k\right)}\right], \qquad (1)$$

где *erfc x* – вероятностная функция; β – коэффициент вероятности, зависящий от класса ГТС; r_k – катастрофическое значение ко-

эффициента риска ($r_k = 1$); $r_{доп}$ – допустимое значение коэффициента риска, выше которого не обеспечивается нормальный уровень безопасности ГТС ($r_{доп} = 0,15$).

Определим величину коэффициента $\beta = 1,8$ согласно СП 58.13330.2012 для сооружений IV класса, что соответствует допустимому значению вероятности аварии P_a(ГТС), равному $5 \cdot 10^{-3}$ 1/год.

При аварии гидротехнических сооружений одним из самых опасных случаев является разрушение напорного фронта гидроузлов [8], данная ситуация, как правило, приводит к существенным экономическим, экологическим и социальным последствиям, а также может значительно повлиять на экологическую обстановку в нижнем бьефе гидроузла. На основании статистических данных на 15 тыс. больших плотин, существующих в мире, в среднем происходило 1,5 случая разрушений в год, то есть вероятность размыва плотины составляет приблизительно от 4 до 10 случаев в год.

Интегральный код показателей опасности для наиболее опасного сценария [1, 2, 7], вызывающего тяжелый последствия, составляет 1011.

Коэффициент опасности $\lambda = 0,235$.

Интегральный код уязвимости подпорного сооружения 0001, что определяет коэффициент уязвимости $\nu = 0,067$.

В соответствии с полученными коэффициентами опасности λ и уязвимости v коэффициент риска аварии на перегораживающем сооружении составляет

$$r_a = 0,235 \cdot 0,067 = 0,0157. \qquad (2)$$

Уровень безопасности перегораживающего сооружения можно оценить как нормальный, так как он соответствует коэффициенту риска аварии, находящемуся в установленных пределах $r_a < 0,15$.

В соответствии с учетом полученных результатов по определению коэффициента риска аварии (r_a =0,0157) вероятность возникновения аварии составляет $P_a = 0,089 \cdot 10^{-3}$ 1/год. Согласно классификации уровня риска, риск вероятности возникновения аварии ГТС оценивается как приемлемый (допустимый), значения вероятности возникновения аварий на напорных ГТС IV класса составляет менее $5 \cdot 10^{-3}$ 1/год.

Аналогично проводился расчет интегральной экспертной оценки опасности и уязвимости аварии ГТС перегораживающего сооружения сценария наиболее вероятного [3, 9] разрушения перегораживающего сооружения.

Для наиболее вероятного сценария интегральный код опасности оценивается как 1121, что соответствует коэффициенту опасности $\lambda = 0,4063$.

При этом код уязвимости перегораживающего сооружения 1001, что определяет коэффициент уязвимости $\nu = 0,1833$.

В соответствии с полученными коэффициентами опасности λ и уязвимости ν коэффициент риска аварии на перегораживающем сооружении составит:

$$r_a = 0,4063 \cdot 0,1833 = 0,0745. \qquad (3)$$

Таким образом, уровень безопасности перегораживающего сооружения оценивается как нормальный $r_a < 0,15$, который соответствует коэффициенту риска аварии, находящемуся в установленных пределах.

Вероятность возникновения аварии $P_a = 0,1 \cdot 10^{-3}$ 1/год, соответствует коэффициенту риска аварии ($r_a = 0,0745$). Так как полученные значения вероятности возникновения аварий на напорных ГТС IV класса менее $5 \cdot 10^{-3}$ 1/год, следовательно, риск вероятности возникновения аварии на гидроузле можно оценить как приемлемый.

Аналогично проводился расчет интегральной экспертной оценки опасности и уязвимости аварии ГТС перегораживающего сооружения по сценарию 3 (неравномерные деформации грунтовой плотины из-за нарушений, допущенных в процессе строительства и отклонений от проекта, нарушения технологии возведения и режима эксплуатации).

Для сценария 3 интегральный код опасности оценивается как 0001, что соответствует коэффициенту опасности $\lambda = 0,0625$.

При этом код уязвимости перегораживающего сооружения 0001, что определяет коэффициент уязвимости $\nu = 0,067$.

В соответствии с полученными коэффициентами опасности λ и уязвимости ν коэффициент риска аварии на перегораживающем сооружении составляет:

$$r_a = 0,0625 \cdot 0,067 = 0,00419. \qquad (4)$$

Таким образом, уровень безопасности перегораживающего сооружения оценивается как нормальный соответствующий коэффициенту риска аварии, находящемуся в установленных пределах, а именно $r_a < 0,15$.

Итого r_a = 0,00419, вероятность возникновения аварии составит $P_a = 0{,}72 \cdot 10^{-6}$ 1/год. Согласно классификации уровня риска, риск вероятности возникновения аварии ГТС можно оценить как приемлемый (допустимый), так как полученные значения вероятности возникновения аварий на напорных ГТС IV класса менее $5 \cdot 10^{-3}$ 1/год.

Заключение. Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что в настоящее время сооружение находится в работоспособном состоянии [9]. Коэффициент риска составил 0,00419, вероятность возникновения аварии $0{,}72 \cdot 10^{-6}$ 1/год, что соответствует приемлемому (допустимому) значению, так как полученные значения вероятности возникновения аварий на напорных ГТС IV класса менее $5 \cdot 10^{-3}$ 1/год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Затинацкий С.В., Михеева О.В.* К вопросу об оценке риска аварии гидротехнических сооружений Лебедевского водохранилища Саратовской области // Научная жизнь. – 2013. – № 4. – С. 55–62.

2. *Ильичева И.А., Михеева О.В., Шмагина Э.Ю.* К вопросу об эксплуатационной надежности гидротехнических сооружений Саратовской области // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2013. – № 2(2). – С. 28–34.

3. *Михеева О.В., Панкова Т.А.* К вопросу об эксплуатационной надежности грунтовых плотин // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2012. – № 7. – С. 56–59.

4. *Михеева О.В., Колосова Н.М., Иванова З.П.* Прогноз деформаций русла в створе плотины (на примере Чапаевского водохранилища Ершовского района Саратовской области) // Научное обозрение. – 2013. – № 10. – С. 38–42.

5. *Михеева О.В., Панкова Т.А.* К вопросу об эксплуатационной надежности гидротехнических сооружений Марьевского Водохранилища Перелюбского района Саратовской области // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2013. – № 12. – С. 48–52.

6. *Михеева О.В., Орлова С.С.* К вопросу о расчете ущерба в результате аварии на гидротехническом сооружении // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 9. – С. 38–42.

7. *Панкова Т.А., Михеева О.В., Орлова С.С.* К вопросу мониторинга безопасности гидротехнических сооружений Лебедевского водохранилища Краснокутского района Саратовской области // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2013. – № 2 (2). – С. 35–42.

8. Эксплуатационная надежность гидротехнических сооружений: учеб. пособие / Ф.К. Абдразаков [и др.]. – Саратов, 2018. – 141 с.

9. *Abdrazakov F.K., Orlova S.S., Pankova T.A., Mirkina E.N., Mikheeva O.V.* Risk assessment and the prediction of breakthrough wave during a dam accident // Journal of interdisciplinary research, 2018. Vol. 8, No. 1, P. 154–161.

Абдразаков Фярид Кинжаевич, *д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.*

Михеева Ольга Валентиновна, *канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.*

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.

Тел.: (8452) 74-96-63.

Ключевые слова: *эксплуатационная надежность; плотина; гидротехнические сооружения; авария; вероятный вред.*

RESEARCH OF OPERATIONAL CONDITION AND EVALUATION OF PROBABLE DAMAGE AT DESTRUCTION OF THE DAM ON THE KAZENENNY POND OF THE DERGACHEVSKY DISTRICT OF THE SARATOV REGION

Abdrazakov Fyarid Kinzhayevich, *Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the chair "Construction, Heat and Gas Supply and Energy Supply", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.*

Mikheeva Olga Valentinovna, *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Construction, Heat and Gas Supply and Energy Supply", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.*

Keywords: *operational reliability; dam; hydraulic structures; accident; probable harm.*

Currently, more and more attention is paid to water bodies. All hydraulic engineering construction projects created by humans pose a particular danger to human life and health. Without proper care, the structure wears out and deteriorates, which can lead to the destruction of the latter and the emergence of an emergency. The article discusses the operational status of the partitioning structure - the dam on the Kazenny pond, Dergachevsky district, Saratov region. The calculation of probable harm in an accident at the hydraulic structures of the reservoir in question is presented.