

ГИДРОЛОГИЯ

УДК 556.53

А.В.Михайлов, А.Б.Китаев, С.А.Двинских

ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ ПЕРМСКОГО КРАЯ: ВОПРОСЫ
ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПРОБЛЕМЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ РИСКА

Пермский государственный университет, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15, E-mail: hydrology@psu.ru

Оцениваются возможности формирования гидрологического риска, связанного с разрушением гидротехнических сооружений на территории Пермского края, дается анализ степени опасности напорных сооружений, формулируются основные причины аварий на этих сооружениях.

К л ю ч е в ы е с л о в а: гидротехнические сооружения; гидрологический риск; опасность; аварии.

Основной вид природного риска на реках Пермского края – это наводнения, которые являются одним из наиболее часто повторяющихся бедствий, а по площади охватываемых территорий и тяжести наносимого ущерба превосходят все другие чрезвычайные ситуации. Но к ним добавляется еще один вид риска, связанный с техногенными нагрузками на водные объекты, – опасность разрушения гидротехнических сооружений (ГТС), что также может привести к наводнению. Все причины возрастающего ущерба от наводнений в той или иной мере являются следствием воздействия человека на окружающую природную среду. Эти причины можно объединить в две группы – экологические и социально-экономические.

К **экологическим** относятся причины, обусловленные глобальным или локальным антропогенным воздействием на окружающую среду и вызывающие рост параметров затопления местности. Антропогенное воздействие на речные системы приводит к изменению формирования стока; в наибольшей мере на русловые процессы оказывают влияние русловые гидротехнические сооружения [1;2].

К **социально-экономическим** относятся причины, провоцирующие рост ущерба в результате действий населения и хозяйствующих субъектов, реакции общества на политическую и экономическую ситуацию. Из всех социально-экономических причин роста ущерба от наводнений главной остается все более широкое вовлечение в хозяйственный оборот пойменных периодически затопляемых территорий. Ущерб окружающей природной среде от инженерных мероприятий обусловлен воздействием противонаводковых сооружений на речные и пойменные экосистемы [5]. Замедление водообмена, изменение гидравлических условий, аккумуляция значительной части поступающих в водохранилища взвешенных и растворенных веществ, в том числе и биогенных, способствуют развитию процессов эвтрофирования искусственных водоемов. В период цветения воды концентрация биомассы достигает 60 г/м^3 . На процессы гниения биопродукции расходуется значительное количество кислорода, что приводит к появлению в ряде водоемов заморных явлений [1].

В систему мониторинга водохозяйственных систем и сооружений Пермского края территориальными органами и подведомственными организациями МПР включены гидросооружения водохранилищ и прудов объемом более 500 тыс. м^3 (всего на 1.01.2004 – 895 действующих объектов – водохранилищ и прудов), а также сооружения инженерной защиты (40 сооружений общей длиной 123,1 км, включая 91,2 км защитных дамб и 31,9 км берегоукреплений).

Первая инвентаризация гидротехнических сооружений прудов в крае была проведена в 1996–1998 гг. Результаты инвентаризации требовали уточнения, корректировки. Распоряжением губернатора №101 от 03.03.2003 «О мерах по предупреждению вредного воздействия вод и обеспечению безопасности гидротехнических сооружений на территории Пермской области» были поставлены такие задачи, как:

- организация в течение 2003–2005 гг. проведения инвентаризации защитных и напорных гидротехнических сооружений Пермского края в части обследования их технического состояния, выделения каскадов прудов (водохранилищ), определения мероприятий по обеспечению их безопасной эксплуатации, уточнения перечня гидротехнических сооружений, подлежащих декларированию;

- организация проведения работы по определению границ зон возможного затопления территорий при прохождении паводков, половодий высокой обеспеченности, при авариях напорных гидротехнических сооружений [3].

Во исполнение распоряжения специалистами ФГУП «Пермгипроводхоз» совместно с сотрудниками кафедры гидрологии и охраны водных ресурсов ПГУ проведена инвентаризация гидротехнических сооружений прудов в Бардымском, Березовском, Большесосновском, Горнозаводском, Еловском и Карагайском районах, в г. Александровске. В результате мониторинга, обобщения и корректировки материалов инвентаризации на 1.01.2004 получены следующие данные.

Всего по области водохранилищ и прудов – 1017 объектов, из них спущено – 122 (12,0%), действующих – 895.

По объемам водохранилища (пруды) подразделяются: на водохранилища объемом 500 тыс. м³ и более (всего в области таких 57 объектов); на пруды объемом от 100 тыс. м³ до 500 тыс. м³ (всего 138 объектов); на пруды объемом менее 100 тыс. м³ (всего 822 объекта).

По назначению водохранилища и пруды делятся:

- на комплексные – всего в Пермском крае насчитывается 230 таких объектов, что составляет более 25% их общей численности;

- на рыбохозяйственные – всего таких объектов 353 (39,44%);

- для нужд водоснабжения (технического, питьевого и сельскохозяйственного), всего таких объектов 28 (3,13%);

- на противопожарные, всего таких объектов 76 (8,49%);

- на противозерозионные, всего таких объектов 8 (0,89%);

- для нужд рекреации, всего таких объектов 157 (17,54%);

- на мелиоративные, всего таких объектов 12 (1,34%);

- для целей благоустройства, всего таких объектов 8 (0,89%);

- пруды – отстойники, всего таких объектов 5 (0,56%);

(на 1.01.2004 отсутствовали сведения о назначении 18 прудов в Пермском (13) и Ильинском (5) районах) [1].

По ведомственной принадлежности ГТС находятся в ведении:

- администраций и муниципальных предприятий – 390 объектов (более 43%);

- акционерных обществ – 121 объект (более 13 %);

- сельскохозяйственных предприятий – 223 объекта (более 24 %);

- охотничьих обществ и лесных хозяйств – 9 объектов (1 %);

- частных лиц – 97 объектов (около 11 %);

- прочих организаций – 42 объекта (4,69 %).

Бесхозными на территории Пермского края остаются 13 ГТС (1%).

Собственники гидротехнического сооружения и эксплуатирующие организации обязаны обеспечивать контроль (мониторинг) за показателями состояния ГТС (ст. 9 Закона Российской Федерации «О безопасности гидротехнических сооружений» от 21 июля 1997г. №117 – ФЗ). Фактически же мониторинг за техническим состоянием гидротехнических сооружений собственниками даже на крупных водохранилищах объемом свыше 1 млн. м³ ведется только на 17 из 34 объектов, что составляет 50% [1;3;4].

Оценка степени опасности напорных ГТС. В природном комплексе Пермского края негативное влияние на уровень защищенности населения от чрезвычайных ситуаций оказывает угроза паводкового подтопления в период весеннего половодья в долинах рек Камы, Сылвы, Ирени, Чусовой и Иньвы, которое воздействует на селитебные зоны городов Перми, Краснокамска, Кунгура, Чусового и Кудымкара.

По данным Главного управления по делам ГО и ЧС по Пермскому краю в зонах вероятной чрезвычайной ситуации (затопления, подтопления, заторов) находится свыше 170 тыс. чел. На территории более 60 тыс. км². МПР России в 2000–2001 гг. на основе анализа возможных

последствий разрушения поднадзорных МПР России объектов (всего более 29 тыс.) была сделана **оценка степени опасности** напорных ГТС:

- **I степень:** угроза нарушения жизнедеятельности населения – 56% объектов;
- **II степень:** I степень + значительные материальные потери – 21,5% объектов;
- **III степень:** II степень + ущерб окружающей среде – 19% объектов;
- **IV степень:** III степень + ущерб здоровью людей – 1,8% объектов;
- **V степень:** IV степень + человеческие жертвы – 1,7% объектов.

Класс капитальности. Большинство ГТС, поднадзорных МПР России, представлены сооружениями IV класса капитальности. По данным инвентаризации на 01.04.2004 98% общего количества действующих ГТС на территории Пермского края относятся к IV классу капитальности.

Степень риска при использовании паводкоопасных территорий зависит от следующих факторов, влияющих на величину ущерба:

- уровня опасности жизни и здоровью людей;
- повторяемости затопления;
- максимально возможной глубины затопления;
- максимально возможного разрушающего (динамического) воздействия вод.

Допустимый уровень риска аварии гидротехнического сооружения (значение риска аварии гидротехнического сооружения) установлен нормативными документами (ст. 3. Закона Российской Федерации «О безопасности гидротехнических сооружений» от 21 июля 1997 г. №117 – ФЗ).

Обследования ГТС показывают, что даже небольшие пруды представляют опасность, если в нижнем бьефе располагаются населенные пункты и объекты народного хозяйства [1;2].

В Пермском крае наиболее паводкоопасной территорией является район г. Кунгура. Город Кунгур возник в XVII в. В месте слияния р. Сылвы и трех крупных ее притоков – Ирени, Шаквы и Бабки. Расход воды в Сылве на расстоянии 5 км возрастает почти вдвое, ширина русла увеличивается от 100 до 150 м. Происхождение Кунгурского речного узла связано с длительным развитием карста и тектоническими движениями земной коры.

Город раскинулся в обширной карстовой депрессии меридионального простирания, образовавшейся в гипсах и ангидридах кунгурского яруса. В этой депрессии протекает на всем своем протяжении р. Ирень, и в ней же продолжает свой путь к р. Чусовой Сылва. Расположенный к востоку известняковый Сылвенский кряж пересекается глубинными разломами, которые сходятся у г. Кунгура. По ним проложили свои долины Сылва и Шаква.

Еще в дочетвертичное время Сылва ниже устья р. Ирени образовала 2 протоки, которые соединялись там, где теперь находится д. Кочебахтино. Бабка прежде впадала в левую протоку Сылвы. Позднее, в связи с унаследованными поднятиями Веслянского вала, который расположен к западу от ст. Ергач и с. Серга, Бабка направилась по левой протоке к устью р. Ирени.

Обширная низина, где сливаются четыре реки, обрамлена крутыми склонами и гипсовыми скалами. Плоское дно этой низины шириной до 3 км образовано первой и надпойменной террасой высотой 5-6, реже до 8 м и местами узкой поймой. Во время высоких весенних паводков реки затопляют большую часть I надпойменной террасы, превращая ее в озеро. Низкие отметки указанной террасы объясняются медленным неравномерным оседанием рыхлых речных отложений над карстующимися гипсами. Незначительные уклоны Сылвы и Ирени в нижнем течении способствуют боковой эрозии. Меандрирование рек увеличивает количество участков, где требуется укрепление откосов, а также общее протяжение защитных дамб на территории города.

От затопления паводковыми водами город защищают дамбы общей протяженностью около 28 км, высотой до 10 м, шириной по гребню до 6 м. Дамбы были построены в середине 60-х гг. XX в. Эксплуатация дамб до середины 90-х гг. велась хаотично, работы проводились только в период весеннего половодья, при подъеме уровня воды до отметок, близких к критическим. Начиная с середины 90-х гг. появилась плановость в проведении работ по реконструкции и креплению дамб.

В 1997 г. по заявке Комитета по водному хозяйству Пермской области было проведено рекогносцировочное обследование всех защитных дамб города с нанесением на картографический

материал опасных проявлений и инвентаризацией существующих берегоукрепительных сооружений.

По результатам рекогносцировочного обследования можно сделать выводы, что существующие противопаводковые дамбы в настоящее время являются кардинальной мерой защиты: строительство, укрепление, благоустройство, сохранение которых необходимо прежде всего жителям города.

Затраты, используемые на противопаводковые мероприятия, немалые, они направлены в первую очередь на решение задач по предотвращению затопления жилых домов, хозяйственных объектов, угодий, автомобильных дорог, материальных ценностей и пр., но удивляет нехозяйственное отношение людей к защитным дамбам.

Нередко в теле дамбы имеются искусственные выемки размером 1,5x1,5 м, глубиной до 1,2 м, грунт выбирался жителями для хозяйственных нужд. В местах пересечения дамб проложили водопроводные трубы, которые размывают дамбу. Дамбы раскапываются для устройства временных дорог по склону к реке. Склоны нередко захламлены хозяйственно-бытовым мусором.

В районе лесокombината берег захламлен древесными отходами: щепка, опила, доски. Мощность их до 2 и более метров. Выведенная водонапорная труба диаметром 136 см образовала промоину глубиной до 2,5-3,0 м. Исходя из вышеизложенного можно рекомендовать жителям, хозяйственным руководителям бережно относиться к построенной дамбе.

В настоящее время, когда дамбы отсыпают в высоту до оптимальных отметок, их надежности внешние воды могут угрожать в трех случаях:

- при достижении паводком высоты 7,5-8 м над меженью возможен перелив речных вод через верх дамбы, что ведет к ее размыву;
- при критическом перепаде уровней в реке и за дамбой и недостаточной ширине последней возможна интенсивная фильтрация воды через насыпной грунт и в основании с выносом песчано-глинистого материала;
- разжижение материала дамбы угрожает ее оплыванием;
- вынос рыхлого материала из карстовых полостей в гипсах, залегающих под дамбой, может привести к образованию провальной впадины и разрушению дамбы на отдельном участке;
- некачественная отсыпка тела дамбы материалом, не обладающим прочностью и устойчивостью, невыдержанностью углов откоса склона дамбы, что способствует размыву и оползанию тела дамбы.

Поскольку в г. Кунгуре существуют защитные дамбы, высота которых в основном доведена до необходимой отметки, важно в дальнейшем добиться надежности дамб, которая гарантировала бы город от затопления за счет прорывов на отдельных ослабевших участках. С этой целью необходимо повсеместно довести высоту и ширину дамб до оптимальных размеров.

Следует рассмотреть вопрос защиты и благоустройства берегов рек надежными технически проработанными вариантами защитных сооружений. Ежегодно выполняемые в □arotid-весенний период ремонтные работы практически малоэффективны – дамбы разрушаются. Вся сложность в том, что дамбы строились в условиях городской застройки, в стесненных условиях, и в настоящее время, чтобы выполнить ремонт некоторых участков, приходится сносить дома и расселять людей.

Практика укрепления р. Сылвы показывает, что применение железобетонных плит в практике строительства защитных сооружений оправданно. Примером тому – береговая территория водозабора и за навесным мостом, укрепленная железобетонными плитами, которая надежно защищает берег как от наводнения, так и от других процессов. Несмотря на большие экономические затраты на строительство надежных берегозащитных сооружений, целесообразно искать оптимальные пути решения данной проблемы. Следует рассмотреть вопрос укрепления берегов рек, оползневых склонов, устройств подпорных стенок оптимально надежными методами инженерной защиты.

Основные работы по наращиванию, уширению, укреплению защитных дамб были проведены в 1998-99 гг. В результате появилась возможность свободного проезда автомобильной техники по гребню всех дамб.

В 1999 г. за счет средств бюджетов всех уровней были проведены работы по реконструкции и укреплению дамб на следующих участках:

Метеорология и климатология

1. Строительство железобетонного парапета на гребне дамбы по ул. Свердлова, р. Ирень (правый берег). Длина 230 м. Со строительством парапета прекращена практика ежегодных отсыпок грунта на проезжую часть для защиты от затопления паводковыми водами.

2. Строительство каменно-земляной дамбы по ул. Свердлова, д.1-6, р. Ирень (правый берег). Длина 300 м. В результате строительства дамбы закрыт единственный незащищенный жилой массив города.

3. Закрепление откоса дамбы на р. Сылве (левый берег), по ул. Коммуны, закачиванием в пробуренные скважины инъекционных цементосодержащих растворов («геоинъекция»). Длина 120 м. Благодаря выполненным работам закреплен откос и предотвращено его дальнейшее оползание.

4. Крепление откосов защитной дамбы на р. Сылве (левый берег), в районе лесомебельного комбината, биотекстилем (плетеная сетка из растительного волокна). Длина – 150 м. Выполнение указанных работ позволило предотвратить оползание откосов дамбы и размыв их поверхностными водами.

В 2000 г. за счет средств областного и городского бюджетов были проведены работы по строительству берегоукрепления р. Ирени в районе перехода ее канализационным коллектором: берегоукрепление откосного типа с применением габионных конструкций и матрасов «Рено» по технологии фирмы «Маккаферри». Длина 400 м (100 м – правый берег, 300 м – левый берег). Строительство берегоукрепления предотвратило дальнейший размыв берега и возможную аварию на канализационном коллекторе. На этом объекте впервые в Пермской области были применены габионные конструкции. Данный участок явился экспериментальным, по его состоянию оценивается работа габионных конструкций в климатических условиях Пермской области.

В 2001 г. за счет средств областного и городского бюджетов были проведены работы по реконструкции дамб на следующих участках:

1. Строительство каменно-земляной дамбы на р. Сылве (правый берег) по ул. Мамонтова. Длина 250 м. Строительство дамбы предотвратило дальнейшее разрушение откоса дамбы.

2. Строительство каменно-земляной дамбы на р. Сылве (левый берег), на участке «нефтебаза – водозабор». Длина 700 м. Строительство дамбы предотвратило дальнейшее разрушение откоса дамбы.

3. Укрепление каменной наброской откоса дамбы от пешеходного моста через р. Ирень (левый берег) до ул. Хуторской. Длина 100 м.

ФГУ «ГФИ по Пермской области» в рамках проведения мониторинга водной среды отмечает следующее:

- Защитные противопаводковые дамбы г. Кунгура можно рассматривать как испытательный полигон для апробации различных типов укрепления откосов дамб, различных технологий реконструкции дамб.

- Все построенные в 1999-2001 гг. участки берегоукрепления, защитных дамб работают в нормальном режиме, выполняя свою функцию по защите города от вредного воздействия вод. Габионные конструкции, биотекстиль и метод «геоинъекции» показали свою эффективность.

- Ежегодно в период весеннего половодья возникают новые участки обрушения, оползания, поэтому необходима комплексная программа по защите г. Кунгура от затопления и подтопления.

Выводы

Основными причинами аварий на ГТС являются:

–неудовлетворительное техническое состояние ГТС, дефекты при их строительстве, неправильная оценка гидрологической обстановки при пропуске паводков, ошибки при проектировании ГТС. В Пермском крае по проектам построено только 62 сооружения (6,1 %), требуют капитального ремонта или реконструкции 90 ГТС (10 %);

– низкий уровень эксплуатации. В Пермском крае на долю лиц, ответственных за эксплуатацию, приходится 296 объектов, что составляет 33 % общего количества действующих ГТС.

Обострение проблемы наводнений непосредственно связано с прогрессирующим старением основных фондов водного хозяйства вследствие постоянного уменьшения объемов капиталовложений в водную отрасль в течение последних пятнадцати лет.

Библиографический список

Метеорология и климатология

1. *Двинских С.А., Михайлов А.В.* Гидрологический риск, обусловленный авариями на техногенных объектах // Условия формирования гидрологического риска на водных объектах Пермской области/ Перм. ун-т. Пермь, 2005. С.56-69.

2. *Двинских С.А., Китаев А.Б., Михайлов А.В.* Создание противопаводковых дамб как способ борьбы с наводнениями // Проблемы снижения природных опасностей и рисков: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Геориск-2009». М.: Изд-во Рос. ун-та Дружбы народов, 2009. Т.2. С.288-292.

3. *Михайлов А.В., Китаев А.Б.* Защитные и берегоукрепительные сооружения Пермского края: учеб. пособие. 2-е изд. Пермь: Изд-во «ОТ и ДО», 2009. 142с.

4. *Михайлов А.В., Китаев А.Б.* Создание берегозащитных сооружений как средство борьбы со стихийными бедствиями // Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества: материалы заоч. Всерос. науч.-практ. конф. Челябинск: АБРИС, 2009. С.75-82.

5. *Россия: социально-экологические водные проблемы/под науч. ред. А.М. Черняева.* Екатеринбург: Аэрокосмэкология, 1999. 273с.

A.V. Mikhailov, A.B. Kitaev, S.A. Dvinskih

HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTIONS OF THE PERM EDGE: QUESTIONS OF OPERATION AND THE PROBLEMS OF OCCURRENCE OF RISK

Principal causes of failures on hydraulic engineering constructions are their unsatisfactory technical condition, defects at construction, a wrong estimation of hydrological conditions at the miss of high waters, mistakes at designing hydraulic engineering constructions; and also a low level of their operation.

K e y w o r d s: hydraulic engineering constructions; hydrological risk; danger, failures.