

Гидротехническое строительство

УДК 502/504:626/627

В. И. ВОЛКОВ, Г. М. КАГАНОВ, П. В. БЕЛОУСОВ

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Московский государственный университет природообустройства»

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ГИДРОУЗЛОВ ЧЕХОВСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В 2005–2009 годах в Чеховском районе Московской области были обследованы гидротехнические сооружения IV класса 84 самых больших водоемов района. Оценивали техническое состояние водопропускных сооружений и плотин, устанавливали уровень безопасности как отдельных сооружений, так и гидроузлов в целом.

Безопасность, водоем, гидроузел, гидротехнические сооружения, техническое состояние.

In 2005–2009 hydraulic structures of IV class of 84 biggest water ponds in the region were inspected. The technical state of art of water-way structures and dams were evaluated, the safety level of both separate structures and waterworks in the whole were established.

Safety, water pond, waterworks, hydraulic structures, technical state of art.

В статье дан анализ состояния гидротехнических сооружений низконапорных гидроузлов Чеховского района Московской области, на примере которого продемонстрирована возможность методологии Московского государственного университета природообустройства, позволяющая при минимальном объеме начальной информации (или ее отсутствии) получать сведения, достаточные для принятия рациональных управленческих решений, обеспечивающих безопасность гидротехнических сооружений.

В ряде районов Московской области насчитывается порядка 100 и более водоемов с низконапорными гидротехническими сооружениями (ГТС) IV класса. К таким районам относятся Домодедовский, Зарайский, Каширский, Коломенский, Подольский, Раменский, Серебряно-Прудский и Ступинский. Для принятия рациональных решений по проведению ремонтных работ на уровне муниципальных образований с большим количеством гидроузлов, а также на уровне субъекта федерации необходима достоверная информация по

состоянию и уровню безопасности отдельных ГТС и гидроузлов в целом, которая позволит направить ограниченные по объему средства на ремонт самых опасных гидротехнических сооружений.

В статье приведены результаты обследований состояния ГТС 84 гидроузлов Чеховского района (в 2004 году –14; в 2005 году –5; в 2007 году –26; в 2008 году –26; в 2009 году –13), выполненных в соответствии с методикой, разработанной в ФГОУ ВПО МГУП для определения

различных показателей, включая оценку состояния и уровня безопасности ГТС в условиях отсутствия (или недостаточности) проектной документации и служб эксплуатации [1–4]. В табл. 1 приведены общие данные по водоемам Чеховского района и средние показатели по Московской области.

Большинство гидротехнических сооружений водоемов требует проведения капитального ремонта (61,1%), в том числе неотложного –19,0 % (табл. 2).

Таблица 1

**Водоемы с обследованными гидротехническими сооружениями.
Общие данные**

| Район, область | Число водоемов | Общий объем, млн м ³ | Общая площадь, га | Число водоемов на 1000 жителей | Площадь водоемов, % от территории | Число водоемов на 1 жителя, м ² | Средняя высота плотины, м |
|--------------------|----------------|---------------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------|
| Чеховский район | 84 | 6,7 | 330,8 | 0,76 | 0,39 | 29,9 | 4,9 |
| Московская область | 1218 | 356,2 | 16233,1 | 0,18 | 0,35 | 22,9 | 5,9 |

Таблица 2

Распределение гидротехнических сооружений по уровню безопасности в зависимости от их технического состояния

| Вид требующегося ремонта | Не требуют ремонта | Текущий | Капитальный (плановый) | Капитальный (неотложный) |
|--------------------------|--------------------|---------|------------------------|--------------------------|
| Количество | 0 | 32 | 36 | 16 |
| % | 0 | 38,1 | 42,9 | 19,0 |

Среди обследованных гидроузлов преобладают гидроузлы с водоемами относительно небольшой емкости (78,6 % плотин имеют объем, не превышающий 100 тыс. м³), сформированными невысокими плотинами (63,1 % плотин имеют высоту, не превышающую 5 м).

Напорный фронт обследованных гидроузлов образован в основном однородными земляными плотинами. Безопасность земляных плотин зависит от ряда факторов, среди которых для низконапорных сооружений особо значимым является превышение гребня плотины над уровнем верхнего бьефа. В Чеховском районе из 36 плотин, находящихся в потенциально опасном или аварийном техническом состоянии, 19 плотин (24,1 % от общего числа) имеют недостаточный запас гребня.

Безопасность грунтовых подпорных сооружений зависит от многих факторов: превышения гребня плотины над расчетным уровнем верхнего бьефа; устойчивости откосов и фильтрационной прочности тела плотины и основания; состояния крепления верхних откосов и покрытий гребня.

Среди 79 земляных плотин сплошное бетонное крепление верхних откосов имеют только 12 плотин (табл. 3) (в целом только 15,2 % верхних откосов плотин имеют сплошное или частичное крепление верхних откосов). Примененный в надводной части на большинстве откосов плотин посев трав (84,8 % плотин) из-за некачественного первоначального выполнения и отсутствия эксплуатации не является защитой от волновых воздействий

и не препятствует переработке откоса ветровой волной. Так, среди 36 плотин с опасным и неудовлетворительным

уровнем безопасности 33 (41,7 % от всего количества плотин) не имеют надлежащего крепления верхового откоса.

Таблица 3

Земляные плотины. Тип крепления верхового откоса

| Крепление верхового откоса плотины | Число креплений плотин | % от всех типов креплений | % от данного типа крепления |
|--------------------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Бетонное крепление, всего | 12 | 15,2 | 100,0 |
| В том числе сборными плитами | 12 | | |
| Асфальтобетонное крепление | 0 | 0,0 | 100,0 |
| Крепление крупнообломочными грунтами | 0 | 0,0 | |
| Биологическое крепление, всего | 67 | | |
| В том числе посев трав | 67 | | |
| Всего земляных плотин | 79 | 84,8 | |

В табл. 4 приведены типы покрытий гребня земляных плотин Чеховского района. В основном гребни плотин, имеющие то или иное покрытие, находятся в удовлетворительном состоянии (отдельные случаи – гребни с улучшенным грунтовым покрытием). В то же время 53 плотины (67,1 %) не имеют покрытия на гребне, их эксплуатация затруднена, особенно при неблагоприятных погодных условиях.

Таблица 4

Земляные плотины. Тип покрытия гребня

| Покрытие гребня плотины | Число | % |
|---|-------|------|
| Асфальтовое | 11 | 13,9 |
| Бетонное сплошное | 12 | 15,2 |
| Бетонное двухрядное | 1 | 1,3 |
| Гравийное | 1 | 1,3 |
| Щебеночное | 1 | 1,3 |
| Улучшенное грунтовое (втрамбованный щебень, гравий) | 0 | 0,0 |
| Без покрытия | 53 | 67,1 |
| Всего земляных плотин | 79 | |

Безопасность низконапорных гидротехнических сооружений определяется состоянием самой грунтовой плотины и во многом состоянием водосбросных сооружений. При проведении обследований и последующем анализе результатов для оценки надежности тех или иных

типов водосбросов авторами выполнена детальная классификация существующих водопропускных сооружений при земляных плотинах и по каждому типу сооружений установлен уровень безопасности [5] (табл. 5).

В Чеховском районе преобладают трубчатые водосбросы (67,9 %), среди которых наиболее распространенными являются нерегулируемые (71,9 %). Обобщение данных по уровню безопасности основных типов водосбросов приведено в табл. 6.

В целом водосбросы 47 плотин (56,0 %) имеют опасный и неудовлетворительный уровень безопасности. Лучшие показатели безопасности имеют открытые водосбросы (число таких водосбросов с опасным и неудовлетворительным уровнем безопасности составляет 16,6 % от общего числа сооружений этого типа). Среди трубчатых водосбросов наиболее высокий процент сооружений с опасным и неудовлетворительным уровнем безопасности (15,5 %) имеют безбашенные трубчатые водосбросы (при среднем показателе 74,3 %).

В составе обследованных гидротехнических сооружений насчитывается 28 водовыпусков, уровень безопасности которых приведен в табл. 7. В основном преобладают донные водовыпуски, не совмещенные с водосбросами (23 или

Таблица 5

Водосбросы при земляных плотинах. Типы, количество и уровень безопасности

| Тип водосброса | Всего, единиц | % от общего количества | % от типа или подтипа | Уровень безопасности (процент числа сооружений данного типа) | | | | | | | |
|--|---------------|------------------------|-----------------------|--|-------------|--------------------|-------------|----------------------|-------------|--------------------|-------------|
| | | | | Нормальный | | Пониженный | | Неудовлетворительный | | Опасный | |
| | | | | Единица сооружения | % | Единица сооружения | % | Единица сооружения | % | Единица сооружения | % |
| Открытый береговой, всего | 4 | 4,8 | | 1 | 25,0 | 2 | 50,0 | 1 | 25,0 | 0 | 0,0 |
| В том числе: нерегулируемый | 4 | 4,8 | 100,0 | 1 | 25,0 | 2 | 50,0 | 1 | 25,0 | 0 | 0,0 |
| Открытый в теле плотины, всего | 4 | 4,8 | | 0 | 0,0 | 1 | 25,0 | 0 | 0,0 | 3 | 75,0 |
| В том числе: нерегулируемый | 4 | 4,8 | 100,0 | 0 | 0,0 | 1 | 25,0 | 0 | 0,0 | 3 | 75,0 |
| Водосбросная плотина, всего | 6 | 7,1 | | 0 | 0,0 | 2 | 33,3 | 1 | 16,7 | 3 | 50,0 |
| В том числе: водосливная | 3 | 3,6 | 50,0 | 0 | 0,0 | 1 | 33,3 | 0 | 0,0 | 2 | 66,7 |
| с затворами | 2 | 2,4 | 33,3 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 1 | 50,0 | 1 | 50,0 |
| с фермами | 1 | 1,2 | 16,7 | 0 | 0,0 | 1 | 100,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Трубчатый, всего | 57 | 67,9 | | 4 | 7,0 | 20 | 35,1 | 28 | 49,1 | 5 | 8,8 |
| Трубчатый с башенными оголовками, всего | 23 | 27,4 | 40,4 | 2 | 8,7 | 7 | 30,4 | 12 | 52,2 | 2 | 8,7 |
| В том числе: нерегулируемый, | 21 | 25,0 | 36,8 | 1 | 4,8 | 7 | 33,3 | 12 | 57,1 | 1 | 4,8 |
| всего | | | | | | | | | | | |
| с переливом по всему периметру или через окна на отметке НПУ | 18 | 21,4 | 85,7 | 1 | 5,6 | 6 | 33,3 | 10 | 55,6 | 1 | 5,6 |
| с переливом через фронтальную стенку регулируемый | 2 | 2,4 | 9,5 | 0 | 0,0 | 1 | 50,0 | 1 | 50,0 | 0 | 0,0 |
| (без перелива поверх стенок башни), всего | 2 | 2,4 | 3,5 | 1 | 50,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 1 | 50,0 |

Продолжение таблицы 5

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-------------|-------------|----------|------------|-----------|-------------|-----------|--------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| с открытой фронтальной стенкой (частично или полностью), перекрытой затворами и/или затворами, установленными внутри башенного оголовка, включая вариант размещения рабочего затвора на входе в отводящую трубу | 1 | 1,2 | 50,0 | 1 | 100,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| со стальным оголовком с открытой фронтальной стенкой или донным отверстием и затворами внутри башни | 1 | 1,2 | 50,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 1 | 100,0 | 1 | 100,0 |
| Трубчатый с ковшовыми оголовками, всего | 11 | 13,1 | 19,3 | 0 | 0,0 | 7 | 63,6 | 3 | 27,3 | 1 | 9,1 | 1 | 9,1 |
| В том числе: | | | | | | | | | | | | | |
| с переливом по всему периметру | 9 | 10,7 | 81,8 | 0 | 0,0 | 6 | 66,7 | 2 | 22,2 | 1 | 11,1 | 1 | 11,1 |
| с переливом через фронтальную стенку | 2 | 2,4 | 18,2 | 0 | 0,0 | 1 | 50,0 | 1 | 50,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Трубчатый безба- шеный, всего | 22 | 26,2 | 38,6 | 2 | 9,1 | 6 | 27,3 | 12 | 54,5 | 2 | 9,1 | 2 | 9,1 |
| В том числе: | | | | | | | | | | | | | |
| регулируемый | 2 | 2,4 | 9,1 | 1 | 50,0 | 1 | 50,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| нерегулируемый | 20 | 23,8 | 90,9 | 1 | 5,0 | 5 | 25,0 | 12 | 60,0 | 2 | 10,0 | 2 | 10,0 |
| Трубчатый сифонный | 1 | 1,2 | | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 1 | 100,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Обводной канал | 13 | 15,5 | | 0 | 0,0 | 7 | 53,8 | 6 | 46,2 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Итого | 84 | | | 5 | 6,0 | 32 | 38,1 | 36 | 42,9 | 11 | 13,1 | 11 | 13,1 |

Таблица 6

Водосбросы при земляных плотинах. Обобщенные данные

| Тип водосброса | Количество | | | Уровень безопасности* | | | | | | | |
|-------------------------|---------------|-------------------|-----------|-----------------------|-----|------------|------|----------------------|------|---------|------|
| | Всего, единиц | % от общего числа | % от типа | Нормальный | | Пониженный | | Неудовлетворительный | | Опасный | |
| | | | | Единиц | % | Единиц | % | Единиц | % | Единиц | % |
| Открытый, всего | 27 | 32,1 | | 1 | 1,2 | 12 | 14,3 | 8 | 9,5 | 6 | 7,1 |
| В том числе: | | | | | | | | | | | |
| открытый береговой | 4 | 4,8 | 14,8 | 1 | 1,2 | 2 | 2,4 | 1 | 1,2 | 0 | 0,0 |
| открытый в теле плотины | 4 | 4,8 | 14,8 | 0 | 0,0 | 1 | 1,2 | 0 | 0,0 | 3 | 3,6 |
| водосбросная плотина | 6 | 7,1 | 22,2 | 0 | 0,0 | 2 | 2,4 | 1 | 1,2 | 3 | 3,6 |
| обводной канал | 13 | 15,5 | 48,1 | 0 | 0,0 | 7 | 8,3 | 6 | 7,1 | 0 | 0,0 |
| Трубчатый, всего | 57 | 67,9 | | 4 | 4,8 | 20 | 23,8 | 28 | 33,3 | 5 | 6,0 |
| В том числе: | | | | | | | | | | | |
| с башенными оголовками | 23 | 27,4 | 40,4 | 2 | 2,4 | 7 | 8,3 | 12 | 14,3 | 2 | 2,4 |
| с ковшовыми оголовками | 11 | 13,1 | 19,3 | 0 | 0,0 | 7 | 8,3 | 3 | 3,6 | 1 | 1,2 |
| безбашенный | 23 | 27,4 | 40,4 | 2 | 2,4 | 6 | 7,1 | 13 | 15,5 | 2 | 2,4 |
| Итого | Единиц | 84 | | 5 | | 32 | | 36 | | 11 | |
| | % | 100,0 | | | 6,0 | | 38,1 | | 42,9 | | 13,1 |

* Уровень безопасности в процентах приведен от количества всех водосбросов данного типа.

Таблица 7

Водовыпуски при земляных плотинах. Обобщенные данные

| Тип водовыпуска | Всего, единиц | В % от общего числа | Уровень безопасности | | | | | | | |
|---|---------------|---------------------|----------------------|-----|------------|-------|----------------------|-------|---------|-----|
| | | | Нормальный | | Пониженный | | Неудовлетворительный | | Опасный | |
| | | | Единиц | % | Единиц | % | Единиц | % | Единиц | % |
| Открытый, всего | 0 | 0,0 | 0 | – | 0 | – | 0 | – | 0 | – |
| В том числе: | | | | | | | | | | |
| регулируемый | 0 | 0,0 | 0 | – | 0 | – | 0 | – | 0 | – |
| водозабор ГЭС | 0 | 0,0 | 0 | – | 0 | – | 0 | – | 0 | – |
| Трубчатый, всего | 28 | 100,0 | 0 | 0,0 | 11 | 39,3 | 17 | 60,7 | 0 | 0,0 |
| Трубчатый, совмещенный с водосбросом | 5 | 17,9 | 0 | 0,0 | 1 | 20,0 | 4 | 80,0 | 0 | 0,0 |
| В том числе: | | | | | | | | | | |
| совмещенный с нерегулируемым башенным водосбросом | 4 | 14,3 | 0 | 0,0 | 1 | 25,0 | 3 | 75,0 | 0 | 0,0 |
| совмещенный с регулируемым башенным водосбросом без перелива поверх стенок башни) | 1 | 3,6 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 1 | 100,0 | 0 | 0,0 |
| Трубчатый, не совмещенный с водосбросом | 23 | 82,1 | 0 | 0,0 | 10 | 43,5 | 13 | 56,5 | 0 | 0,0 |
| В том числе: | | | | | | | | | | |
| с башенным оголовком в верхнем бьефе | 2 | 7,1 | 0 | 0,0 | 2 | 100,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| безбашенный | 21 | 75,0 | 0 | 0,0 | 8 | 38,1 | 13 | 61,9 | 0 | 0,0 |
| сифонный | 0 | 0,0 | 0 | – | 0 | – | 0 | – | 0 | – |
| Итого | 28 | 100 | 0 | 0,0 | 11 | 39,3 | 17 | 60,7 | 0 | 0,0 |

82,1 %), при этом в потенциально опасном и аварийном состоянии находятся 17 водовыпусков (60,7 %).

В целом из 28 водовыпусков могут выполнять свои функции только 11 (39,3 %).

Выводы

Приведен значительный объем важных статистических данных по отдельным гидротехническим сооружениям низконапорных гидроузлов Чеховского района Московской области и уровню их безопасности.

На примере Чеховского района Московской области показана возможность использования методологии ФГОУ ВПО МГУП для сбора значительного объема информации (при практическом отсутствии документации и служб эксплуатации), позволяющей соответствующим органам Ростехнадзора и МЧС, а также на уровне местных органов исполнительной власти оперативно принимать необходимые решения для обеспечения безопасности гидротехнических сооружений в районе, планировать и осуществлять ремонтные работы.

Определено число гидроузлов, гидротехнические сооружения которых требуют проведения планового и неотложного капитального ремонта (42,9 и 19,0 % соответственно).

1. Каганов Г. М., Волков В. И., Секисова И. А. Анализ состояния низконапорных гидротехнических сооружений Российской Федерации на примере обследования гидроузлов Московской области // Гидротехническое строительство. – 2008. – № 8. – С. 26–37.

2. Каганов Г. М., Волков В. И. К оценке состояния низконапорных гидро-

технических сооружений при отсутствии проектной документации // Природообустройство. – 2008. – № 3. – С. 41–48.

3. Каганов Г. М., Волков В. И. Некоторые проблемы обеспечения безопасности гидротехнических сооружений / Роль природообустройства в обеспечении устойчивого функционирования и развития экосистем: материалы Международной научно-практической конференции. – М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2006. – Ч. 1. – С. 426–434.

4. Каганов Г. М., Волков В. И., Секисова И. А. Результаты предпроектного обследования 2006 года гидроузлов Московской области // Гидротехническое строительство. – 2007. – № 4. – С. 2–9.

5. Инструкция о ведении Российского регистра гидротехнических сооружений. РД 03-307а-99 [Электронный ресурс] / Утв. МПР России 12.07.1999, приказ № 144, Минэнерго России 12.07.1997, приказ НК-3357; Минтранс России 12.07.1999, приказ НК-141 367-ис.; Госгортехнадзором России 12.07.1999, приказ №01/229а.

Материал поступил в редакцию 02.06.10.
Волков Владимир Иванович, кандидат технических наук, профессор

E-mail: volcov_vi45@mail.ru

Каганов Григорий Михайлович, доктор технических наук, профессор

E-mail: kagvol@yahoo.com

Белоусов Павел Васильевич, инженер

E-mail: pavelbelousov@mail.ru