

Е. Д. Михайлов (ФГБОУ ВПО «ЮРГТУ (НПИ)»)

ОБСЛЕДОВАНИЯ И ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Приведены результаты обследования гидротехнических сооружений водного хозяйства (сбросной канал № 2 Новочеркасской ГРЭС, водохранилище «Ростовское море», шлюз-регулятор на реке Грушевка). В процессе обследований ГТС определены основные параметры и режимы работы, которые необходимо учитывать эксплуатирующим организациям; техническое состояние некоторых сооружений признано неудовлетворительным и требует проведения ремонта. Для повышения безопасности ГТС требуется организация технического обслуживания, системы видеонаблюдения и тревожной сигнализации.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, обследование, проблемы, расчет, улучшение.

E. D. Mikhailov (FSBEE HPE «SRSTU (NPI)»)

INSPECTIONS AND PROBLEMS OPERATION HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTIONS WATER MANAGEMENT

The results of survey of hydraulic engineering constructions (waste ditch № 2 Novocherkassk state district power station, a water reservoir «Rostov sea», a sluice-regulator on the Grushevka River) are considered. During the survey of hydraulic engineering constructions the main parameters and operating conditions that should be considered by operating organizations were determined. The technical state of some constructions found to be unsatisfactorily and requires repair. For increase the safety of hydraulic structures the maintenance service organization, closed circuit television and alarm systems are required.

Keywords: hydraulic engineering constructions, inspection, problems, calculation, improvement.

В настоящее время существует ряд различных проблем, связанных с эксплуатацией ГТС. Около 80 % гидросооружений на Дону используются с грубыми нарушениями норм и правил [1]. Техническое состояние ГТС постоянно ухудшается, отдельные сооружения находятся в аварийном состоянии. В большинстве случаев это связано с отсутствием конкретных собственников, эксплуатационных служб и необеспеченностью финансированием аварийно-восстановительных работ и реконструкции ГТС.

К таким гидросооружениям можно отнести и шлюз-регулятор на реке Грушевка в п. Молодежном, сбросной канал № 2 Новочеркасской

ГРЭС и регулирующее водохранилище «Ростовское море» в городе Ростов-на-Дону.

Шлюз-регулятор на реке Грушевка

Река Грушевка – наиболее крупный и основной приток реки Тузлов с водосборной площадью 918 км². Это степная река с хорошо выраженным весенним половодьем, во время которого проходит до 70 % годового стока. Река относится к группе малых степных рек со смешанным питанием (снеговое, дождевое и грунтовое), но, главным образом, питание осуществляется за счет атмосферных осадков. Водный режим реки определяется хорошо выраженным половодьем и низкими расходами воды в летний, осенний и зимний периоды.

Скорость воды в реке находится в пределах от 0,1 до 0,2 м/с. Берега реки пологие и заболоченные, в пределах речной поймы русло реки значительно меандрирует. Дождевые паводки наблюдаются редко. Для нее характерны сильно заросшие берега, плохое качество воды, связанное с поступлением практически всех промышленных стоков с г. Шахты. Река Грушевка является водоприемником сточных вод, поэтому рядом с ней находятся очистные сооружения. Сейчас эти сооружения непригодны для очищения воды, они находятся в полуразрушенном состоянии.

Шлюз-регулятор на реке Грушевка предназначен для регулирования уровней и расходов воды и состоит из четырех водопускающих отверстий. Подпор потока в верхнем бьефе осуществляется с помощью щитов (плоских гидрозатворов). Поверх шлюза расположен мост, предназначенный для движения транспортных средств. Управление гидрозатворами осуществляется с помощью подъемно-опускного механизма. В весенний период все гидрозатворы открыты. Вид ГТС со стороны верхнего и нижнего бьефа представлен фотоснимками на период 2011 г. (рисунок 1).



а)

б)

**Рисунок 1 – Шлюз-регулятор на р. Грушевка:
а) со стороны верхнего бьефа; б) со стороны нижнего бьефа**

На реке Грушевка были проведены исследования ГТС:

1 Определены конструктивные размеры шлюза-регулятора: длина 16 м, ширина 4 м; размеры моста: длина 35 м, ширина 8,0 м; ширина проезжей части 4 м; высота сооружения 4,2 м.

2 Расчет высоты открытия отверстия шлюза-регулятора.

В процессе исследования ГТС были проведены геодезические работы, полученные данные занесены в таблицу 1.

Таблица 1 – Геодезические измерения на р. Грушевка

№ станции	Точка нивелирования	Отсчет, мм			Превышение, мм		Отметка Z, м	Расстояние от постоянного начала
		задний	передний	промежуточный	+	-		
1	Rp	590	279	-	315	-	41	0
2	1	107	-	-	-	-	42,5	24
3	2	279	315	-	-	36	73,6	44
4	3	315	216	-	99	-	70	54
5	4	216	112,5	-	103,5	-	79,9	78
6	5	112,5	213	-	-	100,5	90,25	89,5
7	6	213	-	-	-	-	80,2	97

Расчет высоты открытия отверстия:

$$a = 31,1 - 3,6 + 9,9 + 10,35 - 10,05 = 37,7 \text{ см.}$$

По результатам геодезических измерений следует, что высота открытия отверстия шлюза равна 37,7 см.

3 Расчет отверстий затворов шлюза-регулятора на реке Грушевка (истечение из-под затвора в лоток) [2].

На основе проведенных исследований на ГТС следует, что глубина в верхнем бьефе составила 2,5 м, скорость течения реки 0,3 м/с.

При открытом затворе на высоту 0,4 м и ширине отверстия 2 м скорость и расход в сжатом сечении определяются по формулам:

$$v_0 = \frac{\varphi}{\sqrt{1 + \xi \frac{a}{H}}} \sqrt{2gH}, \quad (1)$$

$$Q = \varphi \frac{b\xi a}{\sqrt{1 + \xi \frac{a}{H}}} \sqrt{2gH}, \quad (2)$$

где v_0 – скорость течения реки;

φ – коэффициент, учитывающий потери напора (таблица А. Д. Альтшуля);

ξ – коэффициент сжатия струи (таблица Н. Е. Жуковского);

a – высота открытия отверстия на шлюзе-регуляторе;

H – глубина в верхнем бьефе;

Q – пропускная способность одного отверстия;

b – ширина отверстия.

В результате проведенных расчетов следует, что при высоте открытия отверстия 0,4 м скорость в сжатом сечении равна 6,9 м/с, а расход 3,9 м³/с.

4 Расчет неподтопленного водослива с широким порогом при отсутствии высоты порога (гидравлических сопротивлений) [2].

При расчете неподтопленного водослива с широким порогом было выяснено, что максимальный расход, который может пропустить шлюз-регулятор, составил 54 м³/с.

На основании проведенных расчетов и анализа максимальных паводочных расходов 1%-ной обеспеченности (4 класс) можно сделать вывод, что расход воды $54 \text{ м}^3/\text{с}$ проходит через шлюз-регулятор, а $24 \text{ м}^3/\text{с}$ – через обводной канал (трубчатый водосброс). Максимальный расход воды, который может пропустить трубчатый водосброс на обводном канале, составляет $7 \text{ м}^3/\text{с}$. В связи с этим, следует увеличить пропускную способность водосброса до значения $24 \text{ м}^3/\text{с}$, проложив дополнительно две трубы диаметром 1,75 м.

Гидротехнические сооружения водного хозяйства Новочеркасской ГРЭС

Новочеркасская ГРЭС представляет собой сложный водохозяйственный комплекс, который осуществляет пользование водными объектами с целью подачи воды для охлаждения основного оборудования с последующим сбросом подогретой воды. ГРЭС имеет в своем составе не только энергетические объекты, но и размещенную на большой территории систему гидротехнических сооружений, включающих водозабор, подводящий и отводящие каналы (рисунок 2), сифонный водосброс, дюкер, насосные станции и другие сооружения.



Рисунок 2 – Сбросной канал № 2 (теплый канал)

Источником технического водоснабжения ГРЭС является р. Дон. Водоснабжение осуществляется по прямоточной схеме. В современных

условиях в районе водозабора ГРЭС гидрологический режим р. Дон сильно изменен вследствие многолетнего регулирования стока Цимлянским водохранилищем.

Ковшевой бесплотинный водозабор ГРЭС расположен на 6 км ниже по течению от станицы Мелиховской – на правом берегу р. Дон в районе большой излучины. Ковш водозабора разработан земснарядами. Рыбозаградитель и сороудерживающая запань находятся в стадии реконструкции (рисунок 3). При варианте размещения рыбозащитного сооружения в непосредственной близости от ГРЭС вся акватория подводящего канала может использоваться в целях рыбозаведения.



Рисунок 3 – Рыбозаградитель и сороудерживающая запань

Между начальным участком подводящего канала и сбросным каналом № 2 (теплым каналом) вырыт соединительный канал длиной 0,6 км на расстоянии 0,2 км от р. Дон, параллельно ее руслу.

Подводящий канал от водозабора до береговых насосных станций (БНС) ГРЭС проложен в выемке. До станицы Бессергеновская (до дюкера) холодный канал проложен по руслу пр. Аксай со спрямлением его излучин. Длина этого участка канала – 12,1 км. Из грунта, вынутого при строительстве холодного (и теплого) каналов, отсыпаны ограждающие дамбы. Они препятствуют прохождению по пойме расходов воды многоводных

половодий. В районе дюкера расходы воды, поступающие из р. Дон, делятся на две части:

1) Первая часть расходов воды по дюкеру, проложенному под дном сбросного канала № 2 (рисунок 2), уходит влево и питает естественно сформированное старое русло пр. Аксай.

2) Вторая часть расходов воды, или основной расход, предназначенный для работы ГРЭС, поворачивает вправо. Эта вода поступает к БНС ГРЭС по трем участкам канала:

а) прорытому по руслу р. Воргунка (длина 2,8 км);

б) искусственно созданному руслу от р. Воргунка до ГРЭС (длина 5,1 км);

в) искусственно созданному руслу в пределах ГРЭС (длина 0,5 км).

Дюкер ранее находился на балансе ОАО «Новочеркасский рыбокомбинат», который производил его эксплуатацию (рисунок 4). Выполнен он из трех ниток железобетонных труб с отверстиями прямоугольного сечения (ширина 1,2 м, высота 2,2 м). Головная часть дюкера при строительстве была оборудована плоскими затворами, которые в настоящее время находятся в неработающем состоянии.

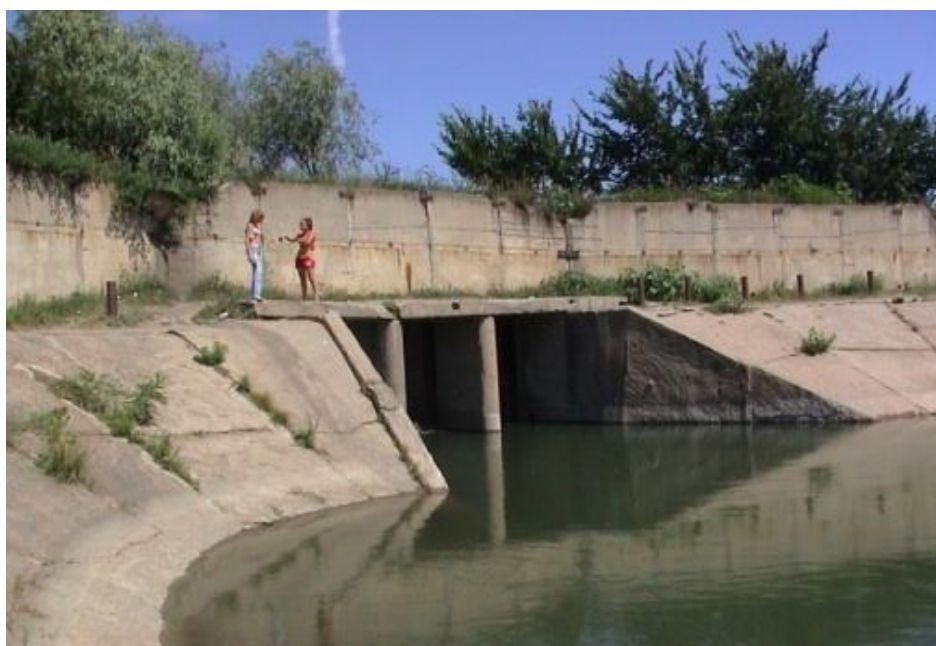


Рисунок 4 – Дюкер

На сбросном канале № 2 были проведены гидрологические исследования:

а) Определение скорости течения воды с помощью метода поверхностных поплавков.

При методе, основанном на регистрации скорости плавающего тела, скорость течения воды принимается равной скорости движения плавущего тела, которая определяется временем прохождения им определенного расстояния. Гидрологические исследования, основанные на определении скорости течения воды в канале, проводились с помощью поверхностных поплавков.

По результатам гидрологических измерений следует, что средняя скорость течения воды в русле сбросного канала составляет $v_{cp} = 0,4$ м/с;

б) Определение расхода воды методом «скорость-площадь» [2].

На основании полученных данных на сбросном канале № 2 и проведенных расчетов было установлено, что пропускная способность теплого канала составляет $38 \text{ м}^3/\text{с}$, что составляет 60 % от проектного расхода ($60 \text{ м}^3/\text{с}$). Исходя из этого сравнения, видно, что необходимо провести ряд мероприятий, направленных на увеличение пропускной способности сбросного канала № 2 (расчистка русла, борьба с зарастанием, предотвращение размывов береговой зоны).

Проблемы эксплуатации гидротехнических сооружений водного хозяйства Новочеркасской ГРЭС

Проблемы эксплуатации гидротехнических сооружений водного хозяйства Новочеркасской ГРЭС вызваны следующими факторами:

- пропускная способность сбросного канала по данным замеров составляет 60 % от проектного расхода [3];
- вдоль берега канала наблюдается интенсивное зарастание русла;
- в некоторых местах теплого канала отмечаются размывы русла;

- русло канала при эксплуатации заиляется, что приводит к уменьшению глубин.

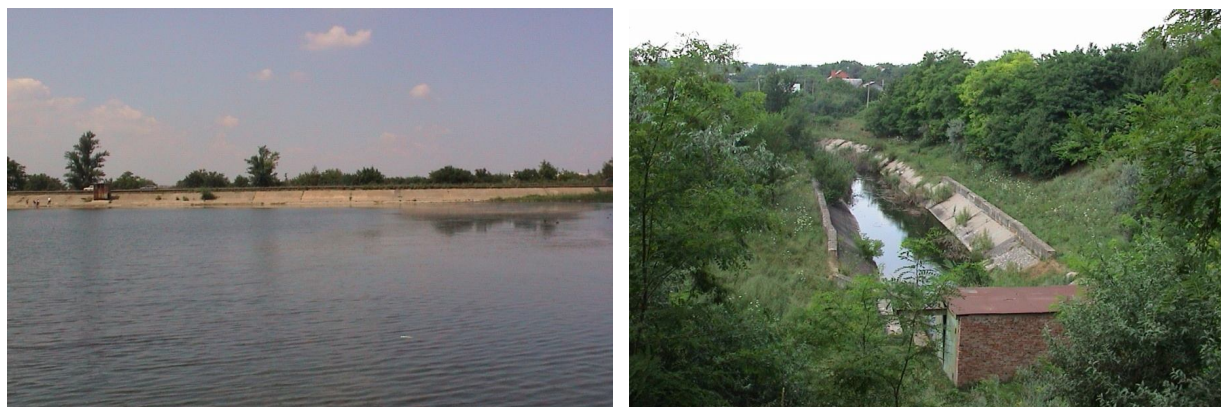
Регулирующее водохранилище «Ростовское море»

Регулирующее водохранилище призвано обеспечить путем попусков промывку и обводнение реки Темерник с целью восстановления экологического и эпидемиологического благополучия в бассейне реки Темерник, орошение прилегающих земель, а также использование в качестве зоны отдыха для населения. Основные параметры регулирующего водохранилища «Ростовское море» представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные параметры регулирующего водохранилища «Ростовское море»

Наименование показателя	Единица измерения	Величина
Водосборная площадь	км ²	23,6
Емкость водохранилища	тыс. м ³	2108
Площадь зеркала	га	47,5
Отметка НПУ	м	56,0
Отметка УМО	м	54,0
Объем регулирования призмы	тыс. м ³	821,0
Максимальная глубина у плотины	м	12,0

Режим регулирования водохранилища – сезонный, класс капитальности – четвертый [4]. В узел сооружений регулирующего водохранилища входят земляная плотина и сифонный водосброс (рисунок 5).



а)

б)

**Рисунок 5 – Регулирующее водохранилище «Ростовское море»:
а) со стороны верхнего бьефа; б) со стороны нижнего бьефа**

Плотина выполнена из местных суглинистых грунтов. Максимальная высота плотины 14,5 м, длина 580 м, отметка гребня 58,0 м, ширина по гребню по проекту 8,0 м. Тип крепления верхового откоса – монолитные железобетонные плиты размером 1,0 × 10,5 м, толщиной 20 см по слою щебня 5 см и среднезернистому песку 5 см. Тип крепления низового откоса – посев трав по слою растительного грунта толщиной 30 см. Отвод поверхностных и дренажных вод у подошвы низового откоса производится в отводящий канал в виде щебеночной трапецеидальной призмы.

Сифонный водовыпуск расположен в теле земляной плотины у правого берега балки. В конструктивном отношении водосброс состоит из входного оголовка с раструбом, оборудованным сороудерживающей решеткой, водопроводящей части, водобойного колодца и рисбермы, закрепленной сборными железобетонными плитами.

Водопроводная часть сооружения состоит из трех ниток металлических труб диаметром 0,8 м. Максимальный расход сифона, рассчитанный на пропуск трансформированного паводкового расхода 1 %-ной обеспеченности составляет 9-10 м³/с. В период с IV по IX месяцы сифон должен сбрасывать в нижний бьеф расход воды в пределах до 3 м³/с для обводнения р. Темерник. Периодические санитарные попуски воды составляют 10 м³/с.

Проблемы эксплуатации водохранилища Ростовское море

К основным проблемам эксплуатации водохранилища можно отнести следующие:

1) Повышенные потери воды из водохранилища значительно превышают естественное испарение с водной поверхности, что связано с фильтрационными утечками через повреждения пленочного экрана [4].

2) Трубчатый дренаж для отвода фильтрационного потока в теле плотины со стороны нижнего бьефа в настоящее время полностью не рабо-

тает, что может вызвать повышение кривой депрессии в теле плотины и снижение безопасности плотины с точки зрения фильтрации.

3) Имеет место значительное разрушение бетонного крепления верхнего откоса, разрушение поверхностных плит, многочисленные трещины, что требует проведения ремонта крепления плотины.

4) В отводящий канал поступают сточные воды канализации, которые, в конечном счете, могут поступать в реку Темерник и вызвать опасную экологическую ситуацию. Требуется применение неотложных мер по прекращению сброса сточных вод.

5) Образование водорослей вблизи откосов свидетельствует о недостаточной проточности воды.

6) Сифонный водосброс нуждается в ремонте и установке автоматического устройства [3].

7) Для увеличения безопасности плотины требуется восстановить аварийный водосброс с расходом 2-5 м³/с для безопасного пропуска повышенных расходов из водохранилища [3].

8) Водоохранилище находится в черте города и поэтому является объектом повышенной опасности с точки зрения затопления города Ростов-на-Дону. В связи с этим требуется обеспечить регулярное наблюдение за безопасностью плотины.

Мероприятия по улучшению состояния ГТС и водных объектов

На основании проведенных нами обследований можно сделать следующие выводы:

- в процессе обследований ГТС определены основные параметры и режимы работы, которые необходимо учитывать эксплуатирующим организациям;
- техническое состояние некоторых сооружений является неудовлетворительным, что требует проведения ремонта;

- для повышения безопасности требуется организация технического обслуживания (системы видеонаблюдения и тревожной сигнализации).

Список использованных источников

1 Давыденко, В. Деньги в воду [Электронный ресурс] / В. Давыденко // Российская газета – Юг России. – № 4747. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2008/09/10/reg-jugrossii/gts.html>, 2008.

2 Справочник по гидравлическим расчетам: учеб. для вузов / П. Г. Киселев [и др.]; под ред. П. Г. Киселева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1972. – 312 с.

3 Косиченко, Ю. М. Изучение фильтрационных потерь из регулирующего водохранилища «Ростовское море» / Ю. М. Косиченко, Л. С. Полякова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГНУ «РосНИИПМ»; под ред. В. Н. Щедрина. – Новочеркасск: Геликон, 2006. – Вып. 36. – С. 108-112.

4 Пундикова, Н. С. Оценка водного баланса регулирующего водохранилища «Ростовское море» на Темерницком тракте / Н. С. Пундикова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГНУ «РосНИИПМ»; под ред. В. Н. Щедрина. – Новочеркасск: Геликон, 2008. – Вып. 38. – С. 181-187.

Михайлов Евгений Дмитриевич – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт)», студент.

Контактный номер: 89525841073. E-mail: mikhajlvzhnj@rambler.ru

Mikhailov Evgueniy Dmitrievich – Federal State Budget Educational Establishment of Higher Professional Education «South Russian State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute)», Student.

Contact telephone number: 89525841073. E-mail: mikhajlvzhnj@rambler.ru