

## МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ

*С.Е. Денисов, Д.В. Ульрих*

## MATERIALS AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR REHABILITATION BUILDINGS

*S.E. Denisov, D.V. Ulrikh*

Представлены описание материалов и технологические решения для реабилитационных сооружений, обеспечивающих значимое улучшение качества воды в водных объектах и предотвращение переноса загрязнителей в Аргазинское водохранилище, являющееся источником питьевого водоснабжения города Челябинска. Описаны также очистные сооружения станции нейтрализации.

*Ключевые слова: створ, земляная плотина, суглинок, скальный грунт.*

Description of materials and technological solutions for rehabilitation buildings, providing significant improvement of the quality of water in water bodies and prevention of transfer of pollutants in Argazi water storage drainage which is a source of domestic water supply of Chelyabinsk are given. Treatment plants of neutralization station are described.

*Keywords: dam site, earth-fill dam, sand clay, ledge rock.*

Многолетняя добыча на территории г. Карабаша колчеданных руд и обработка их на Карабашском медеплавильном комбинате нанесли ущерб окружающей природной среде, в том числе и водным объектам. Особенно техногенному загрязнению подверглись бассейны рек Сак-Элга и Аткус.

Отходы производства обогатительной фабрики, до ее закрытия в 1989 г., сбрасывались в реку Сак-Элга и специально созданные хвостохранилища. Вследствие сброса «хвостов» в пойме р. Сак-Элга и непосредственно в хвостохранилищах образовались обширные площади (и объемы) отложений, сложенных сульфидными материалами, которые окисляются на поверхности под воздействием воды и воздуха. Исследование донных отложений позволило установить, что происходит смыв «хвостов» в Аргазинское водохранилище. Кроме этого, одним из основных источников загрязнения р. Сак-Элга является Рыжий ручей (левый приток), собирающий поверхностные и подземные воды с загрязненной территории, в том числе с территории медеплавильного комбината и отработанных хвостохранилищ. В результате в р. Сак-Элга наблюдается многократное превышение ПДК по меди, цинку, марганцу, железу.

Отвод вод шахтного водоотлива производился в шламонакопитель на реке Ольховка (правый приток р. Аткус). Осажденный шлам представлен тонкодисперсным материалом, сложенным минеральными веществами. В связи с закрытием шахт водоотлив был прекращен в 1994 г.

Ретроспективный анализ показывает, что в

течение многих лет происходит и будет происходить транспортировка токсичных элементов поверхностными и подземными водами в Аргазинское водохранилище – источник водоснабжения Челябинского промышленного узла. Исходя из этого нами разработан комплекс сооружений, способный снизить химическое воздействие на вышеуказанные водные объекты.

*Компоновка сооружений.* Местоположение створа гидроузла определено из условия максимального затопления основного участка отложений сульфидно-силикатного состава, который приурочен к нижнему течению р. Сак-Элга. Створ гидроузла расположен в 100–150 м западнее существующего обводного канала (построен для обхода рекой Миасс Карасевского пруда) и административно находится на землях Карабашского городского образования. Состав и компоновка сооружений гидроузла определены топографическими условиями площадки. Естественное понижение в левом примыкании плотины обеспечивает пропуск расходов реки, что исключило необходимость строительства паводкового водосброса. Донный водоспуск проектируется в правом плече плотины. Следовательно, в составе гидроузла следующие сооружения:

– земляная насыпная плотина, длина – 1277 м, максимальная высота – 7,50 м;

– донный водовыпуск, башенный управляемый, 2 нитки железобетонных труб диаметром 1000 мм. Расчетный расход –  $2 \times 5 \text{ м}^3/\text{с}$  [1].

*Класс капитальности сооружений.* Класс капитальности сооружений гидроузла определен

согласно СНиП 33-01-2003. В основании плотины залегают серицит-хлоритовые сланцы, перекрытые с поверхности щебнем мощностью до 3,1 м, линзами суглинка мощностью 0,6 м и техногенными отложениями «хвостами» мощностью до 2 м. Высота плотины – 7,50 м. В нижнем бьефе – акватория Аргазинского водохранилища (Карасевский пруд), и в случае гидродинамической аварии на проектируемом гидроузле, прорывной объем трансформируется Аргазинским водохранилищем.

*Земляная плотина.* Плотина земляная, насыпная, разнородная, с экраном из суглинистых грунтов. Конструкция принята с учетом природных и техногенных условий района строительства, с использованием местных строительных материалов, в том числе и грунтов из полезных выемок. В плане земляная плотина, со скальным остатком на левой пойме, делится на два прямолинейных участка. Общая длина плотины – 1277 м, высота – 7,50 м при расчетном напоре 5,50 м. Отметка гребня 284,00 м определена согласно СНиП 2.06.05-84\* «Плотины из грунтовых материалов», с учетом ветрового нагона, высоты наката ветровых волн расчетной обеспеченности (СНиП 2.06.04-82\*) и необходимого минимального запаса по высоте сооружения над расчетными уровнями НПУ (нормальный подпорный уровень) и ФПУ (форсированный подпорный уровень). Заложение откосов принято: верхового – 1:4, низового 1:2. Верховой откос крепится скальным грунтом по слою щебня. Экран выполняется из суглинка, разрабатываемого в местном карьере, низовой клин плотины и переходные зоны – из грунта, разрабатываемого в отводящем канале. Со стороны низового откоса предусмотрена берма (далее по тексту технологическая дамба) на отметке 280,00 м. Ширина дамбы по гребню определена равной 12 м из условий проезда автотранспорта при производстве работ по замене материала фильтрующего зуба и обслуживания сооружений гидроузла. Кроме того, дамба пригружает грунты основания у подошвы низового откоса [2].

Нами установлена высокая степень загрязнения подземных вод, приуроченных к трещиноватой зоне скальных грунтов. Происходит миграция и рассеяние в пространстве подземными водами загрязняющих веществ.

Высокой степенью загрязнения и особым гидрохимическим составом обладают поровые воды техногенного горизонта, локализованные в «хвостах». За счет создания гидростатического давления при затоплении «хвостов» увеличится скорость фильтрации в грунтах и соответственно расходы фильтрационной воды, а вместе с водой – вынос загрязняющих элементов из «хвостов» в нижний бьеф. Усугубится ситуация в первый год эксплуатации водохранилища, так как при затоплении значительной площади окисляемой поверхности ожидается более интенсивный выход загрязняющих веществ из «хвостов» в воду и скоп-

ление их в придонном слое [2]. Для частичного снятия нагрузки с профильтровавшейся воды проектируется устройство фильтрующего зуба в основании плотины со стороны низового откоса. Материал фильтра зуба – глауконитовые пески либо продукты переработки металлургических шлаков. Глубина траншеи под зуб – 3 м, ширина по дну – 3 м, толщина фильтра-сорбента – 2 м. Размеры фильтрующего зуба приняты из условия применения природных глауконитовых песков и механизированной замены фильтрующего материала при заполнении его сорбционной емкости. Размеры и конструкция зуба на следующем этапе проектирования должны быть уточнены в зависимости от сорбентов, их качества.

*Донный водовыпуск.* Для полного опорожнения водохранилища и автоматического поддержания уровня воды в нем на отметке НПУ проектируется донный башенный управляемый водовыпуск, расположенный в правом плече плотины в месте примыкания ее к берегу (скальному останцу).

Сооружение состоит из входного и выходного оголовков и водопроводящей части. Входной оголовок – башня из монолитного железобетона высотой 5,0 м, в плане 4,40×3,00 м. Отметка верха башни – 282,00 м. Донные отверстия размещены в передней и задней стенках башни по два в каждой. Отметка низа донных отверстий – 277,00 м. Отверстия перекрываются плоскими затворами, управление затворами вручную при помощи винтовых подъемников модели. Отверстия в передней стенке открываются только при необходимости опорожнения водохранилища. В нормальных условиях эксплуатации должны быть открыты только отверстия в задней стенке, так как установление уровня воды в водохранилище должно происходить автоматически, при переливе воды более чистых верхних горизонтов через верх башни. Башня по периметру перелива оборудуется сорозадерживающими решетками. Водопроводящая часть выполняется из сборных железобетонных труб диаметром 1000 мм, две нитки. Трубы прокладываются в железобетонной обойме усиления. Максимальный расход водовыпуска при полностью открытых затворах  $2 \times 5 \text{ м}^3/\text{с}$ . Гашение энергии потока в нижнем бьефе осуществляется в лотке-гасителе из монолитного железобетона, длиной 16,4 м, шириной по дну 4,8 м. За гасителем предусматривается крепление отводящего канала на длину 22 м. Заканчивается крепление каменной наброской предполагаемой ямы размыва. Отводящий канал длиной около 200 м отводит воду в «хвост» Карасевского пруда.

*Очистные сооружения станции нейтрализации.* Одним из условий, обеспечивающих создание новой экосистемы «гидроботаническая площадка» (водохранилище), является исключение поступления в р. Сак-Элга ультракислого стока ручья Рыжий. Мы предусмотрели его раскисление и очистку на очистных сооружениях станции нейтрализации. Согласно данным химического анализа воды

## Строительные материалы и изделия

качество воды в ручье Рыжий не соответствует нормативным требованиям как минимум по 9 показателям. Данные химического анализа приведены в табл. 1.

Расход сточных вод, поступающих на нейтрализацию, принят на основании «Расчета и конструктивного оформления технологии нейтрализации и очистки стока ручья Рыжий»:

- годовой – 510 480 м<sup>3</sup>;
- максимальный часовой (сентябрь месяц) – 195 м<sup>3</sup>/ч;
- минимальный часовой – 42 м<sup>3</sup>/ч.

Схема очистки сточной воды: усреднение – ввод щелочного реагента – нейтрализация – ввод флокулянта – отстаивание – доочистка сточных вод от растворимых солей (обессоливание) с использованием естественных методов очистки.

В качестве щелочного реагента используется известь строительная.

Схема обработки осадка: уплотнение – механическое обезвоживание – вывоз на захоронение в водохранилище (гидроботаническую площадку).

*Описание схемы.* Кислые сточные воды из отстойника-аккумулятора насосами подаются в вихревой смеситель. Для нейтрализации кислой среды в вихревой смеситель вводится раствор извести. Из смесителя сточные воды поступают в камеру реакции (продолжительность пребывания сточных вод в камере 20–30 мин).

Из камеры реакции нейтрализованные до pH = 8,5 сточные воды направляются в камеру хлопьеобразования и далее в отстойник. В отстойниках происходит осветление сточной воды с выделением в осадок гидроокисей железа, меди, никеля и сульфата кальция. Осветленная вода с содержанием растворимых солей 2–2,2 г/л направляется на обессоливание.

Согласно данным технической литературы обессоливание сточных вод производится в два этапа:

I этап – обессоливание гидроботаническим способом с помощью водных растений (рогоз, тростник) в искусственном сооружении с аэрируемым ложем;

II этап – доочистка от растворимых солей водными растениями (камыш, тростник) на естественной русловой полосе, размещенной вдоль ручья Рыжий. Обессоливание воды вышеуказанным способом обеспечивает снижение общего содержания до ПДК веществ.

*Обработка осадка.* Осадок из отстойников насосом подается в барабанный сгуститель и далее на фильтр-пресс для механического обезвоживания.

Обезвоженный осадок автомобильным транспортом вывозится на площадки для захоронения (табл. 2).

Ограждающая дамба в междуречье. Нами было установлено, что в междуречье рек Сак-Элга и Бол. Киалим в нижнем течении нет водораздела и правая пойма реки Сак-Элга плавно переходит в левобережный склон долины реки Бол. Киалим. На этом плоском водораздельном пространстве в большей его части обнаружены отложения «хвостов», нанесенных во время стояния высоких уровней в реке Сак-Элга. Максимальные мощности отложений определились в районе Александровского моста (участок «свалка») и распространяются далее, по направлению к реке Бол. Киалим на 800–900 м. Результаты анализов отложений свидетельствуют об еще большей степени их загрязненности, чем «хвостов» основного поля.

С целью прекращения дальнейшего перемещения «хвостов» проектируется перекрыть водораздел на самом пониженном участке ограждающей дамбой, насыпной из разнородных грунтов, и креплением верхового (противного потоку) откоса. Отметка гребня дамбы 288,00 м определилась на основании анализа уровней прохождения половодий и паводков р. Сак-Элги в створе Александровского моста с ограничением выхода воды на водораздел. Длина дамбы – 225 м, максимальная высота – 4,0 м, ширина по гребню – 6,5 м, заложение откосов: верхового – 1 : 4 и низового – 1 : 2.

### Регулирующие сооружения на р. Сак-Элга

*Обоснование отвода части стока р. Сак-Элга.* Установлено, что р. Сак-Элга до входа ее в Богородский пруд несет условно чистую воду.

Таблица 1

Химический анализ воды в ручье Рыжий

Показатель	Концентрация веществ, мг/л	ПДК
pH	2,9–5,85	6,5–8,5
Сульфаты	481–3409	500
Железо общее	15–578,2	–
Магний	73–413,4	–
Сухой остаток	750–5564	1000
Медь	0,4–2,3	1,0
Свинец	0,007–0,41	0,03
Марганец	2,5–51,5	–
Кадмий	0,005–0,95	0,01
Никель	0,01–2,85	ОД
Нефтепродукты	0,04–1,36	0,3
Алюминий	0,02–38,8	–

Наличие в ней повышенного содержания ионов железа и марганца является фоновым. Водосборная площадь реки до Богородского пруда – 67,9 км<sup>2</sup>, что составляет 50 % от общей площади (135 км<sup>2</sup>). Длина реки – 19 км, в том числе чистый участок – 11 км.

Сопоставляя характеристики стока в створах, можно отметить, что практически 50 % стока реки является чистым, а, учитывая достаточно благоприятные топографические условия местности, качество стока можно сохранить, если направить его до водоприемника (р. Миасс) через озеро Мал. Барны, далее оз. Бол. Барны – река Бол. Киалим, левый приток р. Миасс. Считаем, что при отводе стока есть еще несколько положительных моментов. За счет сокращения геометрии потока уменьшится размыв береговых склонов и, следовательно, количество влекомых наносов с сульфидсодержащей составляющей, наносов, перемещаемых к устью; правая пойма р. Сак-Элга (водораздельное пространство рек Сак-Элга и Бол. Киалим до Александровского моста) будет затопляться частично и только в годы прохождения половодий

редкой повторяемости, чем уменьшится площадь подверженных плоскостному смыву «хвостов» [3].

Внутригодовое распределение стока в зависимости от водности года приведено в табл. 3.

Кроме вышеперечисленных моментов, отвод стока необходим в начальный период эксплуатации ботанической площадки. При заполнении водохранилища ботанической площадки до проектного уровня, в период развития в нем интенсивных процессов окисления и до образования экранярующего слоя по дну, проточность в нем должна быть минимальной для обеспечения застойного режима, а отвод стока окажет влияние на сохранение очищающей способности болота, через которое по левобережному понижению предполагается сбрасывать избыточную воду в нижний бьеф. Поэтому в начальный период работы водохранилища – ботанической площадки проектом предусматривается отвод стока весенних половодий и дождевых паводков в полном объеме, транзитом проходит только меженный сток. В дальнейшем величина отъема стока (в створе на входе в Богородский пруд) должна определиться по экологическому

Таблица 2

## Основные расчетные данные

Показатель	Расчетные данные
1. Производительность, м <sup>3</sup>	
годовая	510 480
максимальная месячная	140 000
максимальная суточная	4667
2. Численность работающих, чел.	20
3. Режим работы – сезонный, непрерывно в течение суток	
4. Потребный расход реагентов для обработки сточных вод:	
известки по активному веществу СаО, т/год	886,0
флокулянта (для обработки осадка), т/год	10,0
5. Общая мощность установленного оборудования, кВт	350
6. Расход тепла на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, Гк/ч	0,20
7. Расход воды на бытовые нужды, м <sup>3</sup> /сут	2,2
м <sup>3</sup> /год	535
8. Водоотведение, м <sup>3</sup> /год	535
9. Количество осадка влажностью 70 % на вывоз, т/год	8596,25
максимальное суточное, т	90
10. Общая сметная стоимость в текущих ценах, млн руб.	120
В том числе:	
СМР	76,5
оборудование	25,0
прочие затраты	18,5
11. Стоимость ПИР (с учетом инженерных изысканий) в текущих ценах, млн руб.	4,5

Таблица 3

## Внутригодовое распределение стока, %

Водность стока	Сезонный сток		
	Весна	Лето – осень	Зима
Многоводный	56,3	36,3	7,4
Средний	57,9	31,5	10,6
Маловодный	69,7	25,9	4,4

состоянию реки и расположенных на ней водных объектов, что должно отслеживаться постоянным мониторингом.

Увеличения количества загрязняющих веществ в воде р. Сак-Элга при отводе части стока не предполагается, так как ультракислый сток ручья Рыжий раскисляется и очищается на очистных сооружениях станции нейтрализации.

### **Сооружения для отвода стока**

Для обеспечения отвода стока р. Сак-Элга проектируются к строительству следующие сооружения:

1) регулирующие сооружения на р. Сак-Элга, выше Богородского пруда, в составе которых земляная насыпная плотина и водосброс;

2) отводящий канал р. Сак-Элга – оз. Мал. Барны.

**Водохранилище временного наполнения.** Водохранилище временного наполнения образуется за счет подпора в створе регулирующих сооружений. Площадь временного подтопления находится в зависимости от водности года и режима работы водосброса. Максимальная площадь подтопления 16,50 га при установлении уровня воды 314 м, что возможно при прохождении весенних половодий с обеспеченностью редкой повторяемости. Средняя глубина при этом составит 1,45 м. Продолжительность подтопления с постепенным понижением уровня воды – не более 30 суток, максимальное стояние – менее 3 дней. Подтапливаются пойменные заболоченные земли, заросшие мелколесьем и кустарником в границах существующего подтопления из-за подпора от трубы под автодорогой.

### **Регулирующие сооружения на р. Сак-Элга и отводящий канал**

**Компоновка сооружений.** Местоположение створа гидроузла, выше Богородского пруда, определено границей условно фоновой зоны формирования стока р. Сак-Элга (условно чистого) с учетом существующей застройки территории. Створ гидроузла расположен в 80 м выше автодороги г. Карабаш – д. Тьелга и административно находится на землях Карабашского городского образования. Состав и компоновка сооружений гидроузла определены назначением гидроузла: обеспечение пропуска и деления расходов реки по направлению их подачи. В составе гидроузла следующие сооружения:

- земляная насыпная плотина, длина – 184 м, максимальная высота – 4,50 м;
- водосброс из сборно-монолитного железобетона, управляемый, открытого типа, щитовой, расчетный расход – 17,40 м<sup>3</sup>/с;
- отводящий канал р. Сак-Элга – оз. Мал. Барны.

Отводящий канал от регулирующего гидроузла проходит по правому береговому склону Богородского пруда на юго-юго-восток, через две трети длины, делает поворот на юг, на водораздел до озера Мал. Барны.

**Класс капитальности сооружений.** Класс капитальности сооружений гидроузла определен согласно СНиП 33-01–2003, в зависимости от высоты плотины, основания, последствий гидродинамической аварии. В основании плотины залегают серпентиниты, перекрытые аллювиальным чехлом. В нижнем бьефе – Богородский пруд. Проектируемое водохранилище временного наполнения (не более 30 суток), напор на сооружение – 3,0 м. Отводящий канал при суммарном годовом объеме водоподдачи – менее 20 млн м<sup>3</sup> воды. Учитывая параметры сооружений, инженерно-геологические условия основания, отсутствие катастрофических последствий в случае гидродинамической аварии, класс капитальности основных сооружений принят IV.

**Земляная плотина.** Подпор воды в створе гидроузла обеспечивается земляной плотиной протяженностью 184 м, максимальной высотой 4,5 м при расчетном напоре 3,0 м. Ширина плотины по гребню 10 м, из условия переноса участка автомобильной дороги Карабаш-Тьелга, затрагиваемой при строительстве гидроузла, с нижнего бьефа на гребень плотины. Отметка гребня 315,00 м определена согласно СНиП 2.06.05–84\* «Плотины из грунтовых материалов», с учетом ветрового нагона, высоты наката ветровых волн расчетной обеспеченности (СНиП 2.06.04–82\*) и необходимого минимального запаса по высоте сооружения над расчетными уровнями НПУ и ФПУ. Заложение откосов принято: верхового – 1 : 4, низового – 1 : 2. Верховой откос крепится скальным грунтом по слою щебня. Экран выполняется из суглинка, разрабатываемого в местном карьере, низовой клин плотины и переходные зоны – из грунта, разрабатываемого в отводящем канале. С основания плотины ил, торф и почвенный слой вынимаются на полную мощность. Сопряжение плотины с водосбросным сооружением проектируется путем тщательного уплотнения грунтов тела у пазах сооружения и за его контурами, уширения противотрационного экрана.

**Водосброс.** Расчетный расход водосброса принят исходя из расчетного максимального расхода для сооружения IV класса в соответствии со СНиП 33-01–2003. Основной расчетный случай – расход 5 %-ной обеспеченности: весна – 12,6 м<sup>3</sup>/с, дождь – 20,3 м<sup>3</sup>/с. Поверочный расчетный случай – расход 1 %-ной обеспеченности: весна – 17,4 м<sup>3</sup>/с, дождь – 33,8 м<sup>3</sup>/с. Трансформации паводка водохранилищем временного наполнения нет, и таким образом, расчетный расход воды, подлежащий пропуску в процессе эксплуатации через водосброс, должен быть равен 33,8 м<sup>3</sup>/с, что и обеспечивается проектируемым водосбросом.

Водосброс состоит из одного подводящего и двух отводящих каналов, входного оголовка, двух быстротокков, двух водобойных участков и двух сопрягающих лотков. Сооружение запроектировано из сборно-монолитного железобетона, с приме-

нением унифицированных элементов. Входной оголовок двоярный, имеет четыре водосливных отверстия: два отверстия – для подачи в Богородский пруд и два других – для подачи воды в отводящий канал р. Сак-Элга – оз. Мал. Барны. Отверстия шириной в свету по 2,5 м каждое. Сопряжение устоев оголовка с плотиной и отводящими каналами осуществляется с помощью обратных стенок. Устои оголовка являются опорами пролетного строения автодорожного моста, габарит которого принят из условия пропуска по нему автодороги V категории. Мост двухпролетный – 2×5,5 м (в свету), средний бычок шириной 0,6 м служит опорой моста. Конструкция моста принята по серии 3.503.1-75. Ширина отверстий по 2,5 м обеспечивается устройством полубычков. Длина входной части – 13,60 м.

Маневрирование затворами предусматривается одновинтовыми подъемниками с ручным приводом. Верх затворов принят на НПУ, но при этом допускается перелив воды через затворы слоем до 0,50 м. Ремонтные заграждения предусматриваются из металлических шандор. Пазовые конструкции для затворов и ремонтных заграждений размещаются в устоях и бычках оголовка.

Обратные стенки, устои входного оголовка за пределами размещения механического оборудования выполняются из унифицированных железобетонных г-образных блоков. Днище входного оголовка из монолитного железобетона толщиной 0,5 м. Лотки быстротоков (длиной по 5,3 м каждый), водобойного участка (длиной по 14,2 м каждый) и сопрягающих лотков (длиной 30,2 м – лоток 2 до Богородского пруда и 27,0 м – лоток 1 в отводящий канал) также сборно-монолитной конструкции: днище из монолитного железобетона (у быстротока и водобойного участка толщиной 0,35 м, у сопрягающего лотка – 0,25 м), стенки из унифицированных железобетонных г-образных блоков. Для защиты сооружения от воздействия сил морозного пучения предусматривается укладка в основании сплошной подушки из песка.

Гашение энергии потока происходит на водобойных участках. Фильтрационная прочность грунтов основания обеспечивается понуром, шпунтом. Дренажные отверстия в плите сопрягающего лотка уменьшают взвешивающее давление на днище лотка.

Пропуск расходов через водосброс осуществляется в любом направлении в зависимости от хозяйственной необходимости. При дождевых паводках с расходами, близкими к расчетным, должны быть открыты все (четыре) отверстия.

*Отводящий канал р. Сак-Элга – оз. Мал. Барны.* Отвод части стока р. Сак-Элга и переход через водораздел в сопредельный бассейн проектируются посредством отводящего канала. Канал обеспечивает транспорт воды до оз. Мал. Барны. Далее вода через оз. Бол. Барны попадает в реку Бол. Киалим и в р. Миасс, которая является природным водоприемником стока р. Сак-Элга. Размеры по-

перечного сечения определены гидравлическими расчетами из условия пропуска расчетного расхода канала 17,4 м<sup>3</sup>/с, соответствующего расходу весеннего половодья 1 %-ной обеспеченности.

Канал имеет длину 1383 м, ширину по дну 6 м. Заложение откосов канала в скальных грунтах 1:1, в мягких 1:1,5. Заложение откосов необходимо уточнить на следующей стадии проектирования. Размеры канала по верху определены с учетом глубины выемки. При глубине выемки 5 м и более предусматриваются бермы с двух сторон. При пересечении каналом существующих полевых дорог и для подъезда к Богородскому пруду предусмотрены два трубчатых переезда. Вдоль канала проектируется эксплуатационная дорога с грунтощебеночным покрытием. Грунты, разработанные в канале, используются при строительстве насыпных сооружений.

#### Дороги

Для эксплуатации сооружений предусматривается строительство эксплуатационных дорог, проходящих вдоль линейного сооружения – отводящего канала, по гребню плотин, по технологической дамбе земляной плотины гидроботанической площадки.

#### Карьеры строительных материалов

На основании данных инженерно-геологических изысканий, объекты строительства обеспечены местным строительным материалом – суглинками в объеме 290 тыс. м<sup>3</sup>. Площадка под карьер суглинка находится восточнее электроподстанции на южной окраине пос. Первомайский г. Карабаша. Дальность транспортировки суглинка 7–8 км. В насыпи используются все разнородные грунты из полезной выемки отводящего канала, в объеме 94 тыс. м<sup>3</sup>. Дальность транспортировки от 7 до 17 км. Скальный грунт и щебень для крепления откосов предполагается доставлять с ближайших действующих карьеров [4].

#### Литература

1. СанПиН 2.1.5.980–00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. – М.: Минздрав России, 2000.

2. Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации. – М., 2000.

3. Руководство по проведению оценки воздействия на окружающую среду при разработке обоснований инвестиций в строительство, технико-экономических обоснований и/или проектов строительства, реконструкции, расширения, технического перевооружения, консервации или ликвидации хозяйственных и/или иных объектов и комплексов. – М., 1996.

4. Инструкция по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности. – М., 1995.

Поступила в редакцию 9 марта 2012 г.