

Хорошее совпадение результатов расчетных исследований и натурных наблюдений свидетельствует о соответствии фактического состояния бетонной плотины проектному и подтверждает работоспособность датчиков непосредственного измерения напряжений.

Выводы

Контрольно-измерительной аппаратуры в количестве около 600, установленной на сооружениях высоконапорного гидроузла, достаточно для анализа напряженно-деформированного состояния и назначения критериев безопасности гидротехнических сооружений.

Использовать опытные физико-механические характеристики бетона и учитывать трещинообразование в расчетных моделях целесообразно для определения фактической схемы работы сооружения.

Полученные данные натурных наблюдений и их хорошее совпадение с

результатами расчетных исследований позволяют рекомендовать датчики непосредственного измерения напряжений для контроля гидротехнических сооружений.

1. Плотины бетонные и железобетонные: СП 40.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 2.06.06–85. – М.: Минрегион России, 2012. – 66 с.

2. Эйдельман С. Я. Натурные исследования бетонных гидротехнических сооружений. – М. – Л.: Госэнергоиздат, 1960. – 210 с.

Материал поступил в редакцию 30.09.13.

Козлов Дмитрий Вячеславович, доктор технических наук, профессор, ректор
Тел. 8 (499) 976-29-62

Крутов Денис Анатольевич, кандидат технических наук, главный специалист
Тел. 8 (495) 741-44-86

E-mail: dkrutov@rambler.ru

УДК 502/504:551.495

В. И. ЗАНОСОВА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Алтайский государственный аграрный университет», Барнаул

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА БАЛАНС И РЕЖИМ ГРУНТОВЫХ ВОД

Рассмотрены вопросы эксплуатации природно-техногенного водного объекта и его влияния на окружающую среду. Выполнены гидродинамические расчеты режима грунтовых вод с учетом фильтрационных свойств водовмещающих пород. Определена дальность распространения рассолов озера с грунтовым потоком для обоснования размеров санитарно-защитной зоны объекта.

Озеро, рассолы, баланс грунтовых вод, фильтрация, гидрогеохимические условия, источник загрязнения, санитарная зона.

The article considers questions of usage of a natural – anthropogenic water body and its impact on the environment. Hydrodynamic calculations of a ground water regime are made taking into account filtration properties of water containing rocks. The distance of lake brines with ground flow is determined to justify the sizes of the sanitary protection zone of the object.

Lake, brines, balance of groundwater, filtration, hydro-geochemical conditions, source of pollution, sanitary zone.

Озеро Селитренное расположено в западной части Алтайского края и является природно-техногенным объектом. До введения в строй Кучукского сульфатного завода озеро представляло собой мелководный водоем глубиной до 0,5 м

с высокоминерализованной рапой, систематически пересыхающий в летнее время и покрывающийся солевой коркой, которая активно подвергалась дефляции при солевых бурях. Низкие побережья озера представляли собой полосу корково-

пухлых солончаков шириной 200...250 м от уреза воды. После принятия решения о промышленной разработке Кучукского месторождения котловину озера стали готовить под садочный бассейн – элемент технологического процесса добычи и переработки мирабилита [1].

В настоящее время озеро Селитренное – это замкнутый бессточный бассейн. Уровни и объем рассола, площадь зеркала озера напрямую зависят от графика закачки рапы и маточных рассолов после садки мирабилита, т. е. водно-солевой режим объекта полностью определяется технологическим регламентом отработки месторождения.

В связи с тем что озеро Селитренное является обособленным водным объектом и не принимает речной и микро-ручейковый сток, природные факторы в приходной составляющей водного баланса озера представлены атмосферными осадками, поверхностным стоком с водосбора и грунтовым питанием. Подземная составляющая водного баланса озера зависит от периода закачки рассолов. Раз в три года при его заполнении уровень рассолов сначала в течение трех месяцев повышается на 5...5,5 м, а затем резко снижается примерно на такую же величину. Изменения уровня вызывают возмущения в установившемся потоке грунтовых вод. В период «сухого» состояния (около двух с половиной лет) озеро оказывает дренирующее влияние на окружающую территорию. С начала заполнения его рассолы начинают «подпирать» разгружающиеся в озеро грунтовые воды, а затем они подпитывают грунтовый поток в береговой зоне.

Рассматриваемая территория характеризуется сложными гидрогеологическими условиями. Грунтовые воды, приуроченные к отложениям различного возраста и генезиса, имеют пестрый химический состав, который испытывает колебания во времени. Фильтрационные свойства четвертичных отложений отличаются значительной изменчивостью и характеризуются невыдержанностью в разрезе и по площади. Величины коэффициентов фильтрации колеблются от 0,1 до 19 м/сут. Их средневзвешенные значения, по результатам откачек из скважин, вдоль западного борта озера составляют 2,46...4,2 м/сут, в пределах восточного берега увеличиваются до 8,8 м/сут. Гидродинамический режим грунтовых вод характеризуется как

прибрежный, определяемый в основном колебаниями уровня озера, и аazonальный, зависящий от гидрологических, геологических и искусственных факторов. Грунтовые воды солоноватые, минерализация – 3...5 г/дм³ и выше.

Периодические повторения циклов технологической схемы отработки месторождения оказывают влияние на изменение гидродинамических и гидрогеохимических условий прибрежной территории. Вследствие инфильтрации рассолов из садочного бассейна происходит миграция солей, которая приводит к увеличению их концентрации в почвогрунтах и горизонте грунтовых вод вблизи водоема. Рост содержания высокоминерализованных вод обусловлено следующими факторами: влиянием самого садочного бассейна, которое можно приближенно рассматривать как «большой колодец», влиянием естественного движения подземных вод и влиянием ближайших водозаборов. Поскольку грунтовые воды рассматриваемой территории не используются для хозяйственно-питьевых, технических или иных целей, то принудительные откачки подземных вод, приуроченных к верхним водоносным горизонтам, отсутствуют. Основное воздействие на этот процесс оказывает естественное движение подземных вод, влияние самого озера сказывается лишь в непосредственной от него близости.

Таким образом, прогноз «загрязнения» подземных вод на участке, прилегающем к озеру Селитренное, включает оценку следующих характеристик:

расхода стоков, фильтрующихся из поверхностного водоема в условиях подпертой фильтрации;

дальности распространения стоков по водоносному горизонту;

времени, за которое некондиционные воды, двигаясь по пласту, достигнут ближайших водозаборов.

Дальность распространения стоков x по водоносному горизонту по направлению потока за время t приближенно определяется по формуле [2]:

$$x = R_{cp} \left(\sqrt{1 + \frac{Q \cdot t}{\pi \cdot n \cdot m \cdot R_{cp}}} \right) + \frac{q_e}{n},$$

где Q – расход стоков, фильтрующихся из озера в водоносный горизонт, м³/сут; R_{cp} – усредненный радиус водоема, м; q_e – естественный расход потока грунтовых вод, м²/сут; n – пористость водоносных пород; m – мощность грунтового потока.

Расход грунтового потока
 $q_e = k \cdot b \cdot h \cdot i, \text{ м}^2 / \text{сут},$

где k – коэффициент фильтрации водовмещающих пород, м/сут; b – ширина полосы грунтового потока, м; h – средняя мощность грунтового потока в пределах выделенной полосы, м; i – уклон грунтового потока.

Для расчетов использованы данные, полученные по пяти гидрологическим створам, результаты опытно-фильтраци-

онных работ и графические материалы.

Максимальный уровень воды при заполнении озера принят 108 м, средняя мощность грунтового потока – 9 м, коэффициенты фильтрации определены по данным опытно-фильтрационных работ в режимных скважинах. Результаты расчетов приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Расчет расходов грунтового потока

Склон котловины озера	Ширина полосы грунтового потока b , м	Коэффициент фильтрации k , м/сут	Средние уклоны грунтового потока i	Расход грунтового потока q_e , м ² /сут
Северо-западный	1200	4,30	0,0019	88,24
Западный	1400	1,99	0,0043	107,82
Юго-западный	700	3,33	0,0013	27,30
Южный	1050	1,29	0,005	60,91
Восточный	2200	8,80	0,003	522,70
Северо-восточный	950	1,38	0,01	117,99
Северный	500	2,35	0,005	52,88

Таблица 2

Расчет зоны влияния озера Селитренного на грунтовые воды

Время, сут	Дальность распространения рассолов, м						
	Северо-западный склон	Западный склон	Юго-западный склон	Южный склон	Восточный склон	Северо-восточный склон	Северный склон
30	181,8	220,9	59,8	127,2	1050,7	241,1	111,0
60	187,1	226,2	65,1	132,5	1056,0	246,4	116,3
90	192,4	231,5	70,4	137,8	1061,3	251,7	121,6
120	197,7	236,8	75,7	143,1	1066,7	257,0	126,9
150	203,0	242,1	81,0	148,4	1071,9	262,3	132,2
180	208,3	247,4	86,3	153,7	1077,2	267,6	137,5

Выполненные гидродинамические расчеты имеют оценочный характер. Это связано с некоторой условностью принятой геофильтрационной схемы и сложностью учета при выборе расчетных параметров изменчивости водовмещающих пород и гидродинамических характеристик. Менее всего изучены фильтрационные свойства пород на восточном склоне котловины озера Селитренного, где пробурен лишь один створ наблюдательных скважин.

Выводы

Образовавшийся подпор грунтовых вод сохраняется в течение короткого времени. С началом сброса маточных рассолов возобновляется дренирующая роль озера Селитренного, и рассолы из области их фильтрации вновь возвращаются в бассейн вместе с потоком грунтовых вод.

Высокая минерализация и плотность рапы приводят к незначительному повышению минерализации грунтовых

вод только в прибрежной полосе.

Фильтрационная неоднородность пород обуславливает неравномерное перемещение макрокомпонентов в подземных водах.

Скорость распространения фильтрующихся в грунтовый горизонт вод не превышает нескольких десятков метров за период закачки и нахождения рапы в озере.

Учет степени и направленности гидрогеохимических изменений является значимым фактором обоснования санитарно-защитной полосы озера Селитренного как природно-техногенного объекта.

При проектировании зоны санитарной охраны объекта необходимо учитывать специфику и природные особенности территории (гидрологические и гидрогеологические характеристики, фильтрационные свойства грунтов зоны аэрации, распространение вещества с подземным, грунтовым стоком, атмосферный

перенос и др.), антропогенные изменения побережья и влияние озера на окружающую природную среду.

1. Производство сульфата натрия из рассолов озера Кучук; отв. ред. Е. Е. Фроловский. – СПб: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2001. – 444 с.

2. Оценка изменений гидрогеологиче-

ских условий под влиянием производственной деятельности; отв. ред. В. М. Фомин. – М.: Недра, 1978. – 204 с.

Материал поступил в редакцию 11.04.12.

Заносова Валентина Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Тел. 8 (3852) 628-082

E-mail: valzan@bk.ru

УДК 502/504:556.51

Е. Г. УГРОВАТОВА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт)

ОБОСНОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ТИПОВ ПЕРЕБРОСКИ СТОКА НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ЗАПАДНЫЙ МАНЫЧ

Обосновано применение комбинированных типов переброски стока из бассейнов Дона и Кубани в реку Западный Маныч. Приводится общее уравнение водохозяйственного баланса реки-реципиента с комбинированным типом переброски стока, представлены условия функционирования таких систем.

Каналы переброски стока, межбассейновые и внутриводосборные системы переброски, комбинированный тип переброски стока, критерии функционирования систем переброски стока.

The substantiation of application of mixed types of a drain transfer from the Don's and Kuban's basins to the Western Manych river is considered. The general equation of the hydro-economic balance of the river-recipient with a mixed type of drain transfer is given, there are presented conditions of functioning of such systems.

Channels of the drain transfer, interbasin and intrabasin water transfers, mixed type of the drain transfer, criteria of functioning of drain transfer systems.

В бассейнах рек Нижнего Дона и Кубани в маловодные годы наблюдается дефицит водных ресурсов, так как распределены они в некоторых регионах, и особенно на юге России, крайне неравномерно. Для решения задач с дефицитом водных ресурсов используют схему переброски стока как внутри бассейна, так и из других бассейнов рек.

Масштабы крупнейших перебросок в мире значительно выросли: от 0,5...1 км³ в год (расходом 15...30 м³/с) в начале XX века до 10 км³ в год (расходом более 300 м³/с) в настоящее время. Примеры перебросок воды есть во многих странах. В бывшем СССР крупнейшим сооружением являлся Каракумский канал, забирающий из Амударьи в западном направлении не менее 10 км³ воды в год, используемой главным

образом на орошение [1].

В России и странах ближнего зарубежья общая величина перебрасываемых вод составляет более 110 км³ в год. Только крупных каналов с расходом воды более 100 м³/с насчитывается около 60. Их суммарная пропускная способность составляет 7,5 тыс. м³/с [2]. Сейчас в России действует 37 систем межбассейного перераспределения стока, которые перебрасывают более 17 км³/год воды [3].

Существуют следующие классификации систем территориального перераспределения стока (ТПС): по виду переброски стока, по протяженности, по назначению и др. По типу переброски стока ТПС различают межбассейновые, внутриводосборные и локальные [1, 4, 5].

Локальные (местные) системы