

Методика оценки потерь воды в водохранилищах Тюямуюнского гидроузла

Сорокин Д.А.

По оценкам НИЦ МКВК, выполненным на данных БВО «Амударья», невязка водного баланса водохранилищ Тюямуюнского гидроузла (разница между статьями прихода и расхода водных ресурсов) в последние годы колеблется в значительных пределах, что требует проведения специальных исследований для выявления причин таких колебаний. Например, годовая невязка водного баланса водохранилищ Тюямуюнского гидроузла (участок реки от г/п Дарганата до г/п Тюямуюн) в 2016-2017 гидрологическом году (октябрь-сентябрь) оценивается в 0.3 км^3 , а в 2017-2018 г – уже в 3.8 км^3 , в 2019-2020 г – 3.9 км^3 .

Невязки водного баланса водохранилищ Тюямуюнского гидроузла (ТМГУ) могут быть следствием следующих причин:

- Неучтенных при расчете водного баланса потерь воды из водохранилищ ТМГУ на испарение с водной поверхности и фильтрацию,
- Неточности измерений стока реки Амударья на входе в зону расположения ТМГУ (пост Бирата, Туркменистан) и на выходе из нее (пост Тюямуюн, Узбекистан). Завышение стока на входе в ТМГУ приводит к отрицательной невязке, показывающей «мнимые» потери из водохранилищ,
- Неточности расчета объемов воды в водохранилищах ТМГУ, когда объем рассчитывается по проектным батиметрическим кривым, не учитывающим заиление водохранилищ, т.е. потери емкости, - проектная кривая дает большее значение объема воды в водохранилище, чем кривая, откорректированная на заиление, при одном и том же уровне воды,
- Неучтенного водозабора из водохранилищ ТМГУ, который не может превышать разницы между суммарной пропускной способности левого и правобережного каналов (зависящей от уровня воды в Русловом водохранилище ТМГУ) и фактического водозабора в эти каналы.

Минимизация ошибок при расчете водного баланса водохранилищ ТМГУ и как следствие – снижение невязок водного баланса является одной из важных задач Управления эксплуатации ТМГУ. В этой связи акту-

альной является задача правильного расчета потерь воды из водохранилищ ТМГУ, осуществляемого при планировании работы ТМГУ – расчете регулирования стока водохранилищами ТМГУ, и при оценке его фактического режима и фактического водного баланса водохранилищ, когда оценивается невязка баланса.

Потери воды из водохранилищ ТМГУ включают: i) потери воды на испарение с водной поверхности и поверхности части дна водохранилищ, с которого уходит вода при опорожнении водохранилищ, а также ii) потери воды на фильтрацию из водохранилищ.

Расчет потерь на испарение осуществляется известными методами посредством умножения «чистой испаряемости» с водной поверхности водохранилищ (разницы между испарением и осадками на 1 м²) на площадь водной поверхности водохранилищ (которая определяется по батиметрической кривой в зависимости от уровня воды или объема воды в водохранилище). Испаряемость с водной поверхности (Е) может быть рассчитана по ряду известных формул в зависимости от климатических данных зоны расположения ТМГУ, например, по формуле Н.Иванова в зависимости от средней месячной температуре воздуха и относительной влажности (1). Учет испарения с площади, временно не занятой водой или занятой растительностью можно осуществлять посредством эмпирических коэффициентов.

$$E = 0.00144(t+25)^2 (100-r), \quad (1)$$

Где:

t – средняя месячная температура воздуха, град С,

r – относительная влажность, %, [Е] = мм / мес.

Малоисследованным остается вопрос об оценке фильтрационных потерь, о существовании которых указывают некоторые авторы, а также значительные невязки водного баланса водохранилищ.



Рис. 1. Схема расположения водохранилищ ТМГУ

Одна из гипотез формирования фильтрации из водохранилищ ТМГУ была описана и исследована в конце 80-х годов отделе Комплексного регулирования стока рек НПО САНИИРИ [1]. Для водохранилищ Туюмунского гидроузла (Руслового, Капарас, Султансанджара и Кошбулака) было предложено характеристики фильтрационного потока рассчитывать основываясь на гипотезе существования гидравлической взаимосвязи подземного резервуара с водохранилищем.

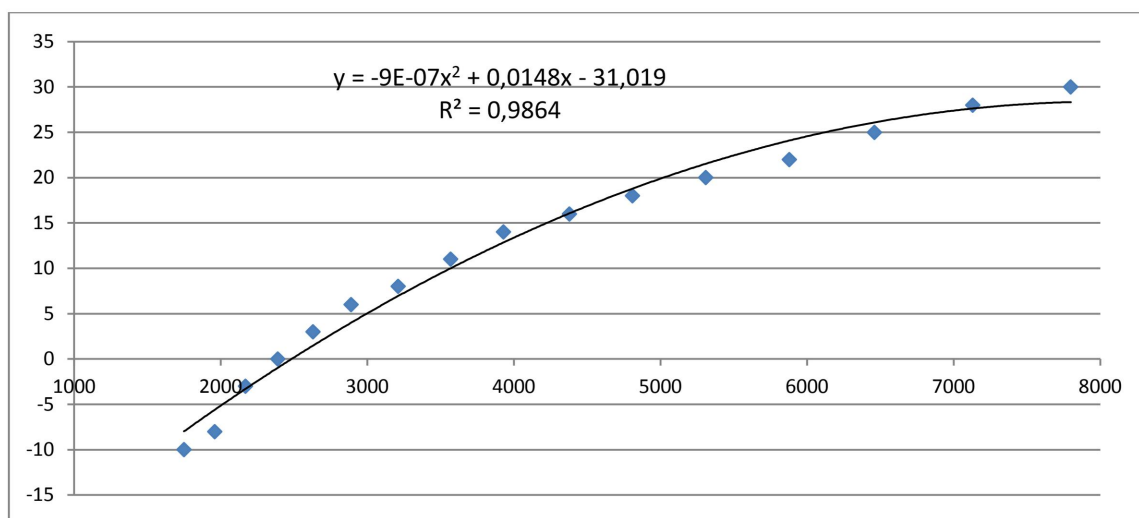


Рис. 2. Зависимость фильтрационного расхода водохранилищ

ТМГУ - ось Y ($Q_{\text{фил.ТМГУ}}$, $\text{м}^3/\text{с}$) от суммарного объема воды в водохранилищах – ось X ($V_{\text{ТМГУ}}$, млн. м^3).

Наличие фильтрационных потоков, подпитывающих водохранилище при очень низких уровнях воды в водохранилищах или уходящих из водохранилищ в подземную емкость при высоких уровнях воды в водохранилищах, было доказано выявленной синхронностью совмещенных графиков изменения годовых невязок стока и среднегодовых уровней воды в водохранилищах за 1982-1988 гг.

Модель гидравлической взаимосвязи подземного резервуара с водохранилищем была разработана А.Савицким и реализована в виде расчетного инструмента в отделе Комплексного регулирования стока рек САНИИРИ [2]. С использованием данной модели были выполнены расчеты фильтрационных потоков водохранилищ ТМГУ на данных режима работы ТМГУ за 1981-1988 годы [1].

В региональном информационно-аналитическом отделе НИЦ МКВК была выполнена обработка фильтрационных потоков ТМГУ, полученных при моделировании гидравлической взаимосвязи подземного резервуара с водохранилищем, и построена зависимость расходов фильтрации ($Q_{\text{фил.ТМГУ}}$, м³/с) от суммарного объема воды в водохранилищах ТМГУ ($V_{\text{ТМГУ}}$, млн.м³) – смотрите рисунок 2. Зависимость $Q_{\text{фил.ТМГУ}}(V_{\text{ТМГУ}})$ применима в предположении одновременного наполнения и сработки всех водохранилищ, т.е. когда мы рассматриваем водохранилища ТМГУ как одну емкость.

Для более точного расчета (при наличии данных режимов работы всех водохранилищ ТМГУ) мы рекомендуем использовать, полученные нами, зависимости фильтрационных расходов (Q , м³/с) от уровней воды в этих водохранилищах (H , м):

$$\text{Для Руслового водохранилища: } Q = -0.015H^2 + 5.07H - 390 \quad (2)$$

$$\text{Для Капараса: } Q = -0.024H^2 + 6.38H - 417 \quad (3)$$

$$\text{Для Султансанджара и Кошбулака: } Q = 1.22H - 143 \quad (4)$$

В среднем за период 1981-1988 гг. годовой фильтрационный расход из всех водохранилищ ТМГУ составил 16 м³/с или около 0.5 км³ в год. Данный объем приблизительно соответствует отметке 124 м. Прекращение фильтрационных расходов из водохранилищ ТМГУ (фильтрационных потерь) происходит при отметках 119-118 м, при отметке 120 м объем фильтрационных потерь составляет около 0.2 км³/год. Максимальная фильтрация, осуществляемая при отметке 130 м, и которая выдерживается в течении всего года, оценивается в 0.9 км³/год.

Суммарные максимальные расчетные потери воды из водохранилищ ТМГУ (на участке г/п Дарганата – г/п Тюямуюн) на испарение и фильтрацию могут составлять до 2 км³, при существующем режиме наполнения и

сработки водохранилищ в маловодные годы - $0.7-0.9 \text{ км}^3$, в многоводные – до 1.5 км^3 .

Литература

1. Каюмов О.А., 1990. Рекомендации по управлению водно-солевым, наносным и уровенным режимами р. Амударьи и водохранилищ Тюямуянского гидроузла, НПО САНИИРИ, Отдел комплексного регулирования стока рек, Договор 47/88 с Средазгипроводхлопком. Ташкент.
2. Зубарев С.Л., Савицкий А.Г., Сорокин А.Г., Тихонова О.Н, 1991. Оперативное и перспективное управление стоком р. Амударья в Тюямуянском гидроузле, а также иные специальные вопросы экологии региона Приаралья // Проблемы Арала и Приаралья, САНИИРИ, Ташкент, С.114-121.