

УДК: 627.81 : 628.17(479.25)

Г. С. МЕТРЕВЕЛИ, И. Г. ПЛОТКИНА, Н. В. ДАВТЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПОТЕРЬ ИЗ ГОРНЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ ВОДНОБАЛАНСОВЫМ МЕТОДОМ

(на примере Апаранского водохранилища)

Учет и более рациональное использование водных ресурсов, предусмотренное проектом плана экономического и социального развития Советского Союза в XI пятилетке и в период до 1990 г., является необходимым условием дальнейшего развития экономики горных и предгорных районов, отличающихся спецификой климатических и геологических условий.

Поэтому в отдельных районах Закавказья, Северного Кавказа и Средней Азии, экономическое развитие которых лимитируется речным стоком, наиболее эффективное использование последнего достигается при помощи водохранилищ, иногда сооружаемых в местах с неблагоприятными геологическими условиями.

Некоторые из них, как например, Цалкское и Апаранское водохранилища, сооружены в зонах распространения трещиноватых вулканических пород и поэтому фильтрационные потери из них настолько значительны, что соизмеримы с основными членами баланса воды.

Определение расхода просачивающейся из Апаранского водохранилища воды необходимо для расчета водного баланса водоема и обоснования целесообразности поиска ее подземной трассы и выходов на поверхность.

Апаранское водохранилище создано перекрытием р. Касах плотной у с. Артаван. Объем водоема—90 млн. м³, из которых полезны 84 млн. м³; высота колебания уровня в среднем равна 19,2 м, а в отдельные годы возрастает до 28,4 м (1976 г.). Оно опорожняется в вегетационный сезон и поэтому уровни, при которых глубина воды в приплотинной части водоема больше 10 м, сохраняются с марта по октябрь.

Средний годовой приток в водохранилище составляет 132 млн. м³, наибольший—189 млн. м³ (1976 г.), а наименьший—111 млн. м³.

Водоохранилище, несмотря на его относительно небольшой объем, способно решать важную водохозяйственную задачу тем, что сокращает ирригационные попуски из Севана, в среднем на 37 млн. м³ и дополнительно орошает более 7500 га сельхозугодий. Предполагается увеличение поливных площадей за счет экономного потребления регулируемого стока.

Определение баланса воды с необходимой точностью до последнего времени не удавалось из-за отсутствия надежных расчетных данных о величине фильтрационных потерь (Φ) из чаши.

Для расчета Φ и установления ее связи со средним месячным уровнем водохранилища, известное уравнение [1] водного баланса было решено относительно Φ следующим образом:

$$\Phi \pm H = \Sigma \Pi - (\Sigma P + \Sigma A) \quad \text{наполнение} \quad (1)$$

$$\Phi \pm H = \Sigma P - (\Sigma \Pi + \Sigma A) \quad \text{опорожнение.} \quad (2)$$

Здесь $\Sigma \Pi$ —суммарный приток по рекам Касах (в/п Варденис), Гехарот (в/п Арагац), Туджур (в/п Туджур), Кучак (в/п Кучак) и Мравян (в/п Мравян), а также с бокового водосбора площадью 90 км², сток с которого вычисляется по эмпирической зависимости (2) и осадки на зеркало; ΣP —суммарный отток, состоящий из ирригационных пусков и холостых сбросов (в/п Артаван) и испарения с зеркала; ΣA —сумма аккумуляционных компонентов; H —невязка баланса, т. е. случайная ошибка его расчета, математическое ожидание которой равно нулю.

По уравнениям (1) и (2) были вычислены месячные объемы $\Phi \pm H$ за период 1968—1979 гг. При этом сток по рекам Туджур, Кучак и Мравян, до сооружения на них водомерных постов, определялся как боковая приточность водоема по эмпирической зависимости (2).

Для исследования вида зависимости расхода фильтрационных потерь (Q_{Φ}) от среднего месячного уровня водохранилища (\bar{h}), месячные объемы $\Phi \pm H$ были выражены в расходах, а затем при помощи регрессионного анализа на ЭВМ ЕС-1022 были вычислены коэффициенты уравнения регрессии и построена соответствующая ему кривая зависимости $Q_{\Phi \pm H} = f(\bar{h})$.

Однако было заметно, что группа точек, соответствующая данным наблюдений в период ледостава, располагалась обособленно от группы точек, соответствующих данным наблюдений за неледоставный период.

Поэтому расчетные результаты за неледоставный и ледоставный периоды были сгруппированы в самостоятельные выборки, по которым вычислены коэффициенты уравнений регрессии (3) и (4) и построены соответствующие кривые зависимости $Q_{\Phi \pm H} = f(\bar{h})$ (см. рис. 1).

Уравнение регрессии для неледоставного периода имеет вид:

$$Q_{\Phi \pm H} = \left(7,955 \frac{\bar{h}}{10^2} - 143,106 \right)^2, \quad (3)$$

а для ледоставного периода

$$Q_{\Phi \pm H} = \left(12,122 \frac{\bar{h}}{10^2} - 218,664 \right)^2. \quad (4)$$

Различные направления кривых I и II обусловлены флуктуационными изменениями уровня водохранилища и гидростатической дав-

ления под ледовым покровом, связанными с его периодическим, вынужденным вскрытием.

В связи с тем, что математическое ожидание невязки равно нулю, по мере возрастания количества наблюдений (n), построенная по ним кривая $Q_{\Phi \pm n} = f(\bar{h})$ будет смещаться относительно системы координат до совпадения с кривой $Q_{\Phi} = f(\bar{h})$, так как

$$\lim_{n \rightarrow N} \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{\Phi \pm n})_i}{n} = \lim_{n \rightarrow N} \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{\Phi})_i}{n} \quad (5)$$

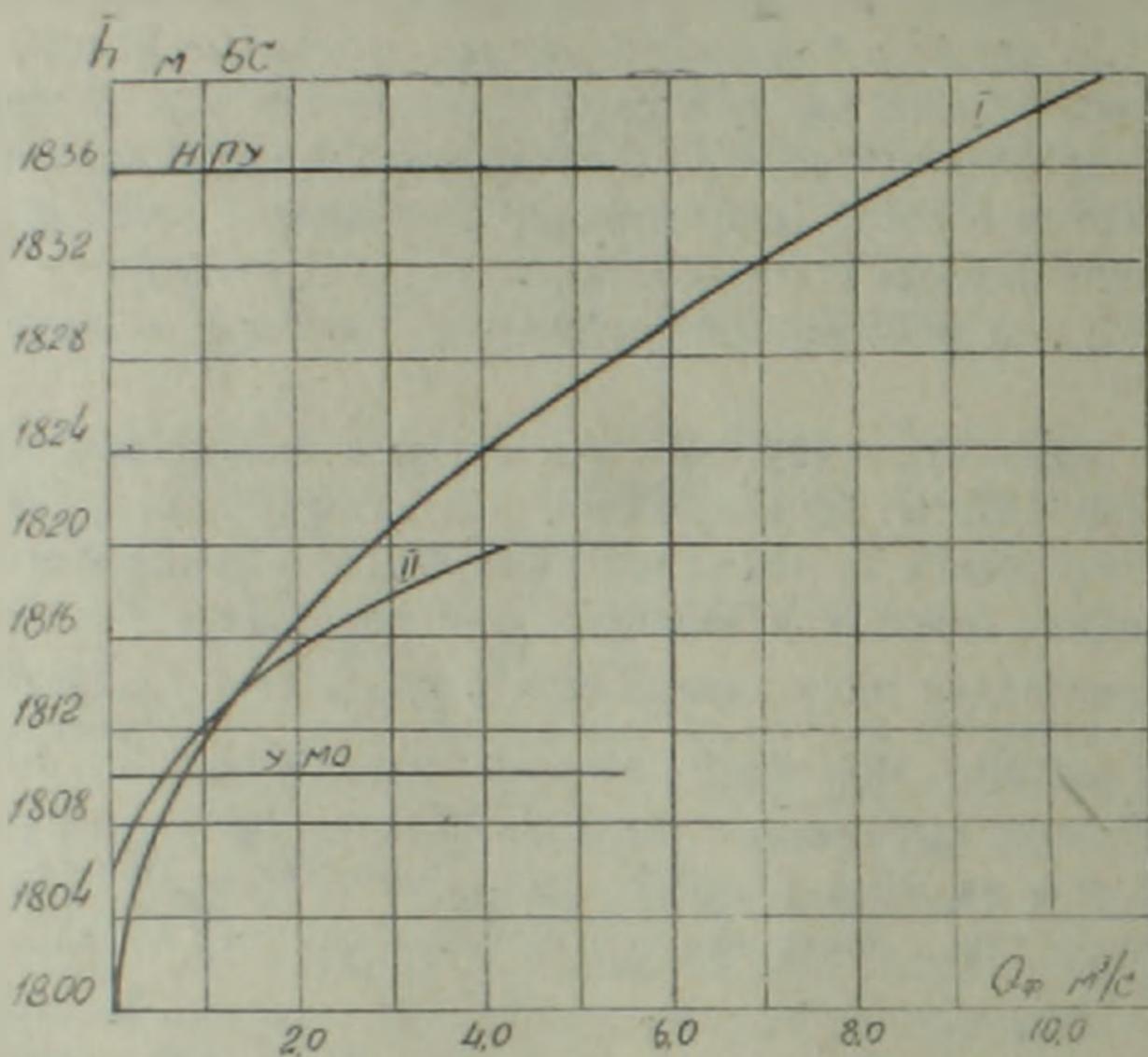


Рис. 1.1 Кривые зависимости $Q_{\Phi} = f(\bar{h})$ Апаранского водохранилища для неледоставного (I) и ледоставного (II) периодов.

Кривые I и II построены соответственно по 58 и 41 значениям $Q_{\Phi \pm n}$. Следовательно, среднее процентное отклонение математического ожидания $Q_{\Phi \pm n}$ относительно Q_{Φ} не превышает 2,5% и поэтому пользоваться предлагаемыми кривыми в практических целях допустимо.

При помощи зависимости $Q_{\Phi} = f(\bar{h})$ вычислены балансы воды Апаранского водохранилища за 1968—1979 гг. и установлено, что средняя годовая величина фильтрационных потерь достигает 78,5 млн. м³, т. е. 59,5% годового объема регулируемого водохранилищем стока. В отдельные годы, в зависимости от уровня водохранилища, фильтрационные потери колеблются от 103 (78% регулируемого стока) (1969 г.) до 51,1 млн. м³ (39%) (1979 г.).

Внутригодовой ход фильтрационных потерь совпадает с колебанием среднего месячного хода уровня водохранилища. Они наиболее значительны в июне и минимальны в январе (табл. 1).

Таблица 1

Средние месячные величины фильтрационных потерь из Апэранского водохранилища, млн. м³

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
\bar{h} , см	1811,75	1812,41	1813,32	1822,90	1828,77	1829,30	1825,75	1819,28	1814,01	1811,87	1811,87	1812,08
Q_{ϕ} , м ³ /с	0,90	1,05	1,27	3,62	5,60	5,80	4,54	2,62	1,37	1,00	1,02	0,98
W , млн/м ²	2,41	2,54	3,40	9,38	15,00	15,03	12,16	7,02	3,55	2,68	2,64	2,62

Предполагается, что часть фильтрационных вод в виде родников выклинивается в ущелье р. Касах, в пределах г. Аштарака. Однако подземный путь и место выхода большей части фильтрационных вод пока не установлены.

Определение зависимости $Q_{\phi} = f(\bar{h})$ позволяет вычислить с необходимой точностью полезную часть регулируемого Апаранским водохранилищем стока, установить более точные нормы ирригационных попусков и считать целесообразным поиск подземного пути и место выклинивания фильтрующихся из водоема вод.

Тбилисский государственный
университет,
УГКС Армянской ССР

Поступила 1.IV.1981.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Наставления и руководства гидрометростам и станциям. Вып. 7, ч. V, Гидрометеониздат, Л., 1956