

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В СРЕДНЕМ И НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ р. АМУДАРЬИ И РОЛЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ЕЕ ВОДНОМ БАЛАНСЕ

Развитие экономики бассейна р. Амударьи связано с осуществлением комплекса хозяйственных мероприятий, оказывающих влияние на водные ресурсы. Обоснование осуществления этих мероприятий связано с более полным учетом гидрологических ресурсов бассейна, характера их трансформации и других вопросов водных и водохозяйственных проблем. Решение подобных задач требует увязки гидрогеологических и гидрологических данных по бассейну.

Попытки составить водный баланс для р. Амударьи по существующим материалам приводят к большим невязкам в стоке по длине реки, достигающим, например для участка Керки — Чатлы величины 8—10 км³. За невозможностью раскрыть по имеющимся материалам природу этих невязок, их приходится относить к потерям.

Отмеченные невязки водных балансов в бассейне р. Амударьи первоначально пытались объяснить недостаточно точным подсчетом стока в опорных гидрометрических створах, поэтому многие проектные и научные организации (Гидропроект им. С. Я. Жука, Средазгипроводхлопок, Государственный гидрологический институт и др.) занимались уточнением подсчетов стока. В результате имеется четыре редакции подсчетов стока р. Амударьи, отличающихся друг от друга в средних многолетних выводах менее чем на 1%. Ни один из этих подсчетов не устраняет имеющихся невязок в стоке по длине р. Амударьи. Эти подсчеты выполнены без учета гидрогеологических особенностей территории и роли подземных вод в общем водном балансе.

В настоящее время их объясняют рядом причин [2]:

1) малой точностью гидрометрических измерений и основанных на них подсчетов стока по опорным створам р. Амударьи, ее притоков и в головах каналов, отбирающих воду на орошение;

2) недостаточностью данных об испарении с водной поверхности и транспирации растительностью в разливах;

3) недоучетом регулирующего влияния русла и поймы;

4) отсутствием сведений о размерах и местах поступлений возвратных вод по сбросам и коллекторам и о подрусовых потоках;

5) приближенностью суждений о величинах притока и оттока грунтовых вод по участкам русла.

Выполненная нами проработка является попыткой объяснить русловой баланс р. Амударьи в ее среднем и нижнем течении на основании гидрогеологического анализа по имеющимся материалам, установить факт наличия потерь стока, дренирования подземных вод и берегового регулирования в русле р. Амударьи.

В процессе исследований площадь развития аллювиальных четвертичных отложений рассматривалась как самостоятельный балансовый контур. Первоначально на основании анализа имеющегося гидрогеологического материала устанавливалось наличие или отсутствие таких составляющих баланса подземных вод, как испарение, выклинивание в коллекторно-дренажную сеть, транспирация растительностью и др. Количественно определялись возможный подземный приток в балансовый контур и отток из него, потери стока и выклинивание подземных вод в русле реки в соответствии с имеющимися сведениями об общих гидрогеологических условиях, результатами режимных наблюдений и разведок подземных вод. Для зоны интенсивного водообмена, ограниченной палеогеновыми глинами, анализировались сведения, характеризующие мощность водосодержащей толщи, особенности литологического строения, условия подземного притока и оттока, положение гидроизогипс в период максимума и минимума, режим поверхностного водотока, соотношение уреза воды в русле и зеркала грунтовых вод в целом для балансового контура и по отдельным поперечникам по данным 1968—1970 гг. В расчетах и построениях использованы данные институтов Средазгипроводхлопок, Гидропроект, Гидроингео, Управления геологии СМ Туркменской ССР.

По условиям формирования и разгрузки подземных вод нами выделены три участка, отличающиеся также степенью гидрогеологической изученности. Они расположены между гидропостами Керки — Ильчик, Ильчик — Тюя-Муюн, Тюя-Муюн — Чатлы и представляют собой также участки руслового баланса.

На участке I (Керки — Ильчик) результирующая руслового баланса по многолетним данным указывает на среднегодовые потери из реки в размере $124 \text{ м}^3/\text{с}$, в отдельные месяцы (в октябре) отмечен приток в русло. В пределах участка современные аллювиальные образования (галечники) прослеживаются локально. Мощность отложений в створе гидропоста Керки в среднем 50 м, в створе гидропоста Ильчик 12 м. Коэффициент фильтрации пород 25 м/сутки. На правобережье они граничат со слабо обводненными древнечетвертичными отложениями Бухаро-Каршинской степи, на левом берегу — с неогеновыми и древнечетвертичными образованиями, так-

же отличающимися слабыми фильтрационными свойствами. Подземный приток в балансовый контур и отток из него возможны лишь по аллювию русла. По аллювию долины в створе г. Керки в балансовый контур поступает около $0,05 \text{ м}^3/\text{с}$ подземных вод, отток по русловым отложениям незначителен — порядка $0,01 \text{ м}^3/\text{с}$. Современная долина р. Амударьи полностью дренирует правый борт, в пределах участка приток с этого берега, по нашим ориентировочным расчетам, составил $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$.

Потери из русла реки происходят на левый берег, однако они весьма ограничены ввиду слабых фильтрационных свойств пород. Размер этих потерь на единицу длины русла достигает $0,1 \text{ м}^3/\text{с}$; при общей его протяженности 295 км потери на фильтрацию составят $29,5 \text{ м}^3/\text{с}$. В эту величину не входят потери из реки в период сильных паводочных разливов. Возврат этих вод в русло возможен на отдельных участках только в период меженных уровней. Сопоставлением режимов подземных и поверхностных вод по отдельным разведочным створам установлена возможность берегового регулирования, зона влияния которого распространяется в глубь берега до 2—2,5 км. Амплитуда колебания уровня грунтовых вод достигает 1,5 м, объем водовмещающей толщи на 1 км длины берега примерно составит $562\,500 \text{ м}^3$ без учета испарения с уровня грунтовых вод.

Основная масса фильтрационных потерь в русле из-за затрудненных условий оттока за пределы долины может расходоваться только на суммарное испарение с уровня грунтовых вод и на выклинивание в коллекторно-дренажную сеть.

Выполненные расчеты подтверждают ориентировочный баланс грунтовых вод, составленный Н. Н. Скоркиной в 1956 г., согласно которому приток подземных вод в долину равен $0,5 \text{ м}^3/\text{с}$, а подземный отток — $0,92 \text{ м}^3/\text{с}$.

На участке II (Ильчик — Тюя-Муюн), по гидрогеологическим расчетам, приточность в русло постоянна, среднегодовая величина ее за многолетие равна $60,9 \text{ м}^3/\text{с}$. Долина р. Амударьи шириной 5 км сложена из глинисто-песчаных образований неогена, палеогена, мела. Река является естественной дренажной системой подземных вод прилегающих территорий. Аллювиальные отложения долины развиты локально, мощность их не превышает 25—28 м. В пределах данного участка отсутствуют условия для значительных подземных притоков в балансовый контур и оттоков из него (подземный приток на участке I оценен в $0,006 \text{ м}^3/\text{с}$, а отток по Тюямуюнской теснине практически отсутствует). Возможное поступление в русло подземных вод с обоих берегов не превышает $0,7 \text{ м}^3/\text{с}$ (в расчет приняты заведомо завышенные параметры: мощность отложений неогена, палеогена и мела 500 м, коэффициент фильтрации 2 м/сутки, уклон потока 0,0001). В паводок часть стока теряется в русловых отложениях, однако емкость их ограничена, поэтому береговое регулирование не может играть значительной роли, а большую приточность по данным руслового баланса следует отнести к ошибкам при замерах расходов р. Амударьи.

Участок III (Тюя-Муюн—Чатлы). Особенностью дельты р. Амударьи является преобладание вертикального водообмена при вековом стоке [1, 3]. Если вблизи реки уклоны зеркала грунтовых вод достигают 0,01 и более, то по мере удаления от реки они уменьшаются. Одновременно ухудшаются фильтрационные свойства пород (до 5—10 м/сутки). Дельта интенсивно осваивается под орошаемое земледелие. Фильтрационные потери ирригационных вод оказывают подпор грунтовому потоку, формирующемуся за счет потерь стока р. Амударьи. Основными путями разгрузки подземных вод являются испарение с уровня (из-за неглубокого, до 3 м их залегания), транспирация растительностью, выклинивание в коллекторно-дренажную сеть.

В пределах дельты р. Амударьи мощность аллювия составляет 15—55 м, коэффициент фильтрации водовмещающих пород 20—35 м/сутки. При удалении от реки они убывают, как и мощность аллювиальных песков. Их подстилают слабопрочные песчаники с коэффициентом фильтрации до 1—2 м/сутки.

Результирующая руслового баланса, определенная по многолетним гидрологическим данным, указывает на потери стока из р. Амударьи, в среднем равные $175 \text{ м}^3/\text{с}$ за год.

Подземный приток по верхнему створу (теснина Тюя-Муюн) практического значения не имеет. Ниже по долине увеличивается мощность русловых отложений и площадь их распространения. Происходят интенсивные потери стока, за счет которых формируются линзы опресненных грунтовых вод вдоль каналов и р. Амударьи на фоне минерализованных. Возможны процессы берегового регулирования из-за резких колебаний уровня в реке благодаря ледяным заторам, обильным паводкам. Одновременно на отдельных отрезках речной долины отмечается дренирование подземных вод.

Для количественной оценки фильтрационных потерь в русле реки фактических данных оказалось явно недостаточно. Специальные гидрогеологические работы с этой целью в пределах дельты не ставились. В отчетных материалах гидрогеологических разведок на подземные воды и режимных наблюдений за ними указывается на то, что грунтовые воды рассматриваемого района в значительной мере питаются за счет фильтрации речных вод, но количественных оценок по гидрогеологическим данным не приводится.

Расчеты удельных потерь в русле реки выполнены нами для двух створов, заложенных к реке. Верхний створ расположен на каирных землях Хорезмского оазиса левобережья р. Амударьи в створе пристани Чалыш, нижний — на правом берегу р. Амударьи в пределах Кызылджарского массива в створе Пирман-Ишан.

Нами оценен фильтрационный расход на 1 км долины русла. При этом удельные потери составили для верхнего створа $0,04 \text{ м}^3/\text{с}$, для нижнего — $0,08 \text{ м}^3/\text{с}$. Эти расчеты подтверждают результаты

детальной разведки опресненных линз грунтовых вод на каирных землях.

Для ориентировочной оценки величины фильтрационных потерь из русла р. Амударьи на участке Тюя-Муюн — Чатлы протяженностью 228 км мы приняли удельную величину фильтрационных потерь равной $0,06 \text{ м}^3/\text{с}$ и распространили ее на оба берега. Величина фильтрационных потерь в русле составила $26,4 \text{ м}^3/\text{с}$. В нее не входят потери на фильтрацию при разливах реки, которые здесь значительны. Полученное значение следует рассматривать как приближенную количественную оценку потерь из русла реки на данном участке.

По сопоставлению режимов грунтовых и поверхностных вод установлены благоприятные условия для берегового регулирования. Вмещающая способность толщи составила $750\,000 \text{ м}^3$ на 1 пог. км длины реки на один берег.

Последующие исследования отдела ресурсов института Гидроингео заключались в установлении возможных взаимоотношений подземных вод с поверхностными для определенных лет (1969, 1970, 1971) на участке долины р. Амударьи между гидропостами Тюя-Муюн — Кызылджар. Сопоставление годовых режимов подземных вод со стоком р. Амударьи нами выполнено по скважинам с ненарушенным режимом, расположенным в пойме или на первой террасе р. Амударьи. Учитывался также непрерывный цикл наблюдений за грунтовыми водами в течение одного года или всех лет, принимаемых в расчет. На участке Тюя-Муюн — Чатлы такое сопоставление выполнено по всем имеющимся немногочисленным скважинам, расположенным как на левом, так и на правом берегах реки.

Выполненные построения показали, что взаимосвязь подземных вод с поверхностными в определенном створе изменяется по годам и по протяженности водотока. В пределах одного и того же створа в различные годы отмечаются фильтрационные потери, поступление подземных вод в русло или береговое регулирование. Удельное поступление в русло подземных вод достигает $95\text{—}140 \text{ л/с}$, фильтрационные потери, по нашим расчетам, на разных участках русла изменяются от 13 до 117 л/с на 1 пог. км берега. Налицо водовмещающая емкость пород, в которой может скапливаться до 1 млн. м^3 воды на 1 пог. км берега. Береговое регулирование происходит в полосе шириной 300—500 м. Однако возможности подземного оттока отсутствуют, поэтому происходит возврат в русло скопившейся части воды.

Нами проанализированы причины таких изменений взаимосвязи подземных и поверхностных вод в русле р. Амударьи по годам и по длине реки.

На преимущественное поступление поверхностного стока в берега указывает минерализация подземных вод прибрежной зоны — до 1 г/л. В немногочисленных естественных углублениях местности она может возрастать до 3—5 г/л в результате усиленного испарения с уровня грунтовых вод. Фильтрационные свойства русловых

отложений характеризуют коэффициенты фильтрации, равные 20—25 м/сутки, по длине реки они изменяются незначительно. Русловые отложения, представленные переслаиванием песков, супесей, суглинков и глин, имеют различную мощность покровного слоя и водосодержащих пластов, изменяющихся по площади и в разрезе.

Причина изменения взаимосвязи подземных вод с поверхностными в русле р. Амударьи, по нашему мнению, заключается в особенностях литологического строения водосодержащей толщи, режиме р. Амударьи и комплексе водохозяйственных мероприятий в прибрежной зоне.

Выполненные проработки по установлению возможной взаимосвязи подземных и поверхностных вод рассматриваются как предварительные, требующие дальнейшего уточнения. Полученные результаты свидетельствуют о значительной роли подземных вод наряду с транспирацией и испарением в расходовании поверхностного стока и его пополнении в среднем и нижнем течении р. Амударьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мирзаев С. Ш. О формировании, разведке и эксплуатации опресненных линз грунтовых вод, развитых вдоль водотоков.—«Узбекский геологический журнал», 1967, № 1.
2. Программа работ по проведению гидрологического года в бассейне р. Амударьи за период 1969—1972 г. М., 1969.
3. Ходжибаев Н. Н. Естественные потоки грунтовых вод Узбекистана. Изд. ФАН УзССР, 1970.