

# ГИДРОГЕОЛОГИЯ И УГЛЕВОДОРОДЫ

## ОЦЕНКА ПОДЗЕМНОГО ПРИТОКА ИЗ ГОРНОСКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ В МЕЖГОРНЫЙ АРТЕЗИАНСКИЙ БАСЕЙН Р. ХЭЙХЭ (КНР)

Вэй Лэй

Геологический факультет

Московский государственный университет

*Ленинские горы, Москва, Россия, 119991, ГСП-1*

Работа посвящена изучению подземного притока из горноскладчатой области в межгорный артезианский бассейн р. Хэйхэ. По результатам количественной оценки подземного стока в бассейнах малых рек на основе использования метода общего водного баланса, доказано, что в пределах точности балансовых расчетов подземный приток из складчатой области практически отсутствует.

**Ключевые слова:** водный баланс, подземный приток, испарение с поверхности, межгорный артезианский бассейн р. Хэйхэ.

Изучение условия формирования баланса подземных вод является одной из важнейших задач при решении проблем оценки и картографирования естественных ресурсов подземных вод. В настоящее время для этих целей широко применяется метод балансово-гидродинамического моделирования, который является наиболее обоснованным и точным [2; 3]. Поэтому количественная оценка отдельных элементов баланса подземных вод и является первоначальной и важной задачей для обоснования моделирования. Как показывает практика, решение обратных задач без независимого количественного учета статей водного баланса может привести к большим погрешностям.

Межгорный артезианский бассейн р. Хэйхэ расположен в северо-западной части КНР и геоморфологически относится к типу аккумуляционной равнины, представленной слившимися конусами выноса многочисленных горных рек из юго-западной горноскладчатой области. Северо-восточной границей бассейна являются более пологие холмистые горы Луншоушань и Хэлишань с высотами до 1400—1600 м. Смежная территория с ними на севере — монгольская пустыня. Климат в этой области умеренный континентальный аридный, сумма атмосферных осадков невелика, а испарение очень интенсивно. Такое соотношение составляющих водного баланса обеспечивает низкие инфильтрации атмосферных осадков в подземные воды в условиях аридного климата. В северо-восточной части горной системы бассейна отсутствуют постоянные поверхностные водостоки, протекающие в межгорный бассейн, что подтверждает сказанное выше. Поэтому подземный приток из северо-восточной границы в данный бассейн можно считать незначительным и не принимать во внимание при расчетах баланса.

На юго-западе бассейна — крутая горноскладчатая область Циляншань, у которой абсолютные отметки составляют 2500—4500 м. В этой области климат холодный влажный, атмосферные осадки обильные, причем с увеличением высоты они возрастают до максимальных величин. Талые воды ледников и снега, атмосферные осадки являются основными источниками формирования поверхностного и подземного стоков. В этой области выявлено 17 крупных горных рек, главные из которых р. Хэйхэ и ее приток р. Лиюаньхэ, являющиеся единственными поверхностными водотоками, достигающими территории межгорного бассейна и района ниже по течению. В горной области рельеф высокогорный и сильно расчленен транзитными реками и местными ручьями с большой глубиной вреза (до 200—500 м). Поэтому подземные воды в основном дренируют в речные долины. Предгорья высокие, непосредственно примыкают к горному сооружению. Чаше такое сочленение сопровождается тектоническими нарушениями. Эти разломы играют роль естественных барьеров, которые не дают подземному стоку оттекать прямо из горноскладчатой области в осадочную толщу бассейна, поэтому все подземные воды разгружаются в реку [5]. Количественно оценка возможного среднегодового многолетнего подземного притока из горноскладчатой области выполнена на основе использования уравнения среднеегодового водного баланса поверхностных водосборов малых рек [1] в виде

$$X_0 = Y_0 + Z_0 \pm W_0, \quad (1)$$

где  $X_0$  — норма осадков;  $Y_0$  — норма речного стока;  $Z_0$  — норма испарения;  $+W_0$  — среднеегодовое значение питания подземных вод, не дренируемых местной речной сетью (отток подземных вод);  $-W_0$  — величина разгрузки глубоких подземных вод (приток из-за пределов речного бассейна).

Оценка величины суммарного испарения выполнена по широко известной зависимости Турса [4]

$$E = \frac{P}{\sqrt{0,9 + (P/L)^2}}, \quad (2)$$

где  $P$  — норма осадков, мм; параметр  $L = 300 + 25T + 0,05T^2$ ;  $T$  — среднегодовая температура, °C;  $E$  — величина суммарного испарения мм/г.

Результаты расчета по шести отдельным речным бассейнам приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Результаты оценки инфильтрации или разгрузки  
глубокого стока в отдельных речных бассейнах**

Речной бассейн	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Среднеегодовое среднеегодовое расход, 10 <sup>8</sup> м <sup>3</sup> /год	Среднеегодовое атмосферные осадки, 10 <sup>8</sup> м <sup>3</sup> /год	Суммарное испарение с речного бассейна, 10 <sup>8</sup> м <sup>3</sup> /год	Глубокий сток, 10 <sup>8</sup> м <sup>3</sup> /год	Коэффициент глубокого стока, % от годовых осадков
Хэйхэ	10 009	15,51	35,53	27,38	-7,15	21
Лиюаньхэ	2 240	2,50	6,77	5,59	-1,05	19
Хуншуйхэ	578	1,26	2,44	1,72	-0,45	22
Б. Думахэ	217	0,87	1,40	0,75	-0,14	16
Хайчаобахэ	146	0,47	0,76	0,47	-0,14	24
Даекоу	102	0,13	0,36	0,28	-0,05	14
В целом для горноскладчатой области	24 000	23,81	84,00	65,15	-4,96	6

Из таблицы видно, что полученные расчетные величины инфильтрации (отток подземных вод) имеют знак минус. Это свидетельствует об отсутствии подземного притока из горноскладчатой области в межгорный бассейн, а разгрузка «глубоких» подземных вод происходит преимущественно в реки. Для горноскладчатой области в целом оцененная величина  $-W_0$  составляет 6% от годовой суммы осадков, что находится в пределах точности балансовых расчетов и в целом для региона можно пренебречь балансовой статьей  $\pm W_0$ . Однако для отдельных речных водосборов  $-W_0$  составляет 14—24% от суммарных годовых осадков. Это может быть объяснено возможным несовпадением подземных водосборных площадей, что типично для многих карстовых районов. В этом случае, как правило, занимают поверхностные размеры площадей водосборов, для которых рассчитываются другие величины водного баланса. Вследствие этого полученная величина  $\pm W_0$  имеет больший процент от годовой суммы осадков. Кроме этого, действительно выявлена разгрузка «глубоких» подземных вод, часть которых может быть сформирована за пределами выделенных речных систем.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что подземный приток в межгорный артезианский бассейн из обеих горноскладчатых границ отсутствует. Сам бассейн можно представить как замкнутый район общего водного баланса с непроницаемыми внешними границами. По отношению к формированию естественных ресурсов подземных вод артезианский бассейн Хайхэ можно считать бессточной областью.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Куделин Б.И.* Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод. — М.: Изд-во МГУ, 1960.
- [2] Основы гидрогеологии. Гидрогеодинамика / Отв. ред. И.С. Зекцер. — Новосибирск: Наука, 1983.
- [3] Формирование, прогноз и управление режимом подземных вод конусов выноса / Под ред. Ж.С. Сыдыкова. — Алма-Ата: Наука, 1978.
- [4] *Li Siguang.* Geology of China. — London, 1952.
- [5] *Zhang Hesheng.* Исследование ресурсов подземных вод межгорного артезианского бассейна Хэйхэ. — Чжане: Бюро геологии и полезных ископаемых провинции Ганьсу КНР, 1990.

### EVALUATION OF THE UNDERGROUND FLOW FROM MOUNTAIN OROGEN AREAS TO THE INTERMOUNTAIN ARTESIAN BASIN HEIHE

Wei Lei

Moscow State University named after Lomonosov  
*Leninskie Gory, Moscow, Russia, 119991, GSP-1*

The article has been devoted to study of groundwater flow from mountain orogen areas to the intermountain artesian basin Heihe. According to the quantitative evaluation results of groundwater flow in the small rivers basins, on basis of using the total water balance, it is proved that within the accuracy of balance calculation underground inflow is almost absent.

**Key words:** water balance, underground inflow, evaporation from the surface, the intermountain artesian basin Heihe.