

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ КАРСТООБРАЗОВАНИЯ ПО ВЕЛИЧИНЕ И СОСТАВУ ЗИМНЕГО ХИМИЧЕСКОГО СТОКА

В изучении карста определенная роль отводится гидрохимическому методу (8). По объему растворенных химических веществ, выносимых карстовыми водами в реки, можно судить об интенсивности карстового процесса в речном бассейне.

Представление о темпах выщелачивания в бассейне дает величина химических веществ, ежегодно выносимых подземными водами в растворенном виде (3,6). Однако, подсчитанные таким путем цифры не сопоставимы для бассейнов разных размеров. Этот недостаток будет устранен, если в качестве показателя активности карста брать отношение объема растворенной породы, выносимой карстовыми водами из карстовой области, к общему объему карстующихся пород этой территории (11). Определение объема карстующихся пород в пределах каждого бассейна не всегда возможно. Это и ограничивало применение метода Н. В. Родионова на практике.

Авторы предлагают характеризовать интенсивность карстообразования величиной подземного химического стока, приходящегося на единицу закарстованной площади бассейна. Подземный сток предлагается рассчитывать по зимним замерам, когда река находится исключительно на устойчивом подземном питании. Расчет путем расчленения гидрографа мы не применяем, так как методика его еще не разработана.

Подземное питание мало изменяется в течение года. Это позволяет принять за величину среднего годового модуля подземного стока (жидкого и химического) средний модуль стока за ряд лет по измерениям с декабря по март. Допускается также использование летних измерений, произведенных при минимальных расходах, близких к зимним. В качестве основной характеристики подземного химического стока и интенсивности карстового процесса авторы рекомендуют использовать величину модуля химического стока ($\text{г/сек с } 1 \text{ км}^2$), подсчитанную по данным химических анализов проб и измерений расходов воды в указанный период.

Предлагаемая методика характеристики интенсивности карстового процесса имеет несомненные преимущества. Модуль химического стока устойчив в течение года, учитывает жидкий подземный сток и величину площади бассейна, а также картируется.

Подсчитанные указанным способом по Гидрологическим Ежегодникам (1) и данным Е. Л. Кротовой (5) средние характеристики для периода с 1951 по 1958 г. были нанесены на карту Пермской области. На ней выявилась зависимость распределения модуля химического стока от распространения карстующихся пород. В незакарстованных бассейнах рек равнинной и горной частей области модули химического стока не превышают $0,50\text{--}0,80 \text{ г/сек с } 1 \text{ км}^2$. Наибольшие модули ($0,40\text{--}0,80$) здесь обусловлены деятельностью человека, в частности, сбросом отработанных вод промышленных предприятий – рр. Сын, Сюзьва, Пальта, Поломка, Черная, Лысьва, Ласьва (5). Повышенное значение химического стока отмечено и в бассейнах рек с распаханной поверхностью (Иньва, Обва).

В бассейнах рек, где распространены соли, гипсы, ангидриты, известняки и доломиты, модуль подземного химического стока более $0,80 \text{ г/сек с } 1 \text{ км}^2$. Особенно больших размеров этот сток достигает в бассейнах рек с соляным (Вишерка – $1,2$, Безымянная – $6,9 \text{ г/сек с } 1 \text{ км}^2$) и гипсовым карстом (Ирень – $4,8$ Тюй – $2,3$, Атер – $13,0 \text{ г/сек с } 1 \text{ км}^2$). Последнее обстоятельство отмечалось ранее (3, 10). Сравнивая модули химического подземного стока отдельных рек с зональным их значением, можно установить наличие карстовых процессов в бассейнах этих рек.

Показателем интенсивности карстообразования является также химический состав подземных и речных вод. Гидрохимические фации вод гипсового и соляного карста отличаются от зональных. Пермская область относится к широтной зоне преобладания гидрокарбонатно-кальциевых гидрохимических фаций речных вод северного полушария (7). Наряду с этим, воды рек на отдельных участках области характеризуются литологически обусловленными сульфатно-кальциевыми гидрохимическими фациями (рр. Ирень, Атер, Кишертка, Мазуевка и др.), которые связаны с питанием рек водами гипсового карста (2, 4, 9). В северной части области хлоридные гидрохимические фации рек Вишерки, Безымянной, Еловки, Язьвы обусловлены соляным карстом.

Приведенные данные показывают, что повышенное значение зимнего химического стока позволяет судить о наличии в речном бассейне карстовых процессов. Чем больше величина этого стока, тем интенсивнее происходит карстообразование. Наиболее высокой интенсивностью отличаются соляной и гипсовый карст. С другой стороны, химический состав подземных вод зимнего периода также может быть показателем активности карстового процесса. В обоих случаях необходимо учитывать возможное влияние деятельности человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гидрологические Ежегодники, т. 4, вып. 5–7, 1951–1958 гг.
2. Горбунова К. А. Химическая география рек Пермской области. Р. Кишертка. Доклады 5 Всесоюзного совещания по вопросам географии и охраны природы Урала. Пермь, 1959.
3. Горбунова К. А. Типы карста и факторы карстообразования на примере карстовых районов Пермской области. Записки Пермского отдела Географического общества СССР, в. 1, 1960.
4. Горбунова К. А. Химическая география рек Пермской области. Реки Мазуевка, Советянка. Химическая география, вып. 1, Пермь, 1961.
5. Кротова Е. А. Химический состав и химическая денудация рек Пермской области. Ученые записки Пермского университета, т. VII, вып. 4, 1956.
6. Крубер А. А. Карстовая область горного Крыма, 1915.
7. Максимович Г. А. Химическая география вод суши. Географгиз, М., 1955.

8. Максимович Г. А. Методы изучения карста. Ученые записки Пермского университета, т. X, вып. 2, 1956.
9. Максимович Г. А. Химическая география и задачи пермских географов и геологов. Химическая география, вып. 1, Пермь, 1961.
- 10; Максимович Г. А., Абрамов М. С. Химическая денудация в верховье реки Камы. Ученые записки Пермского университета, т. XI, вып. 2, 1957.
11. Родионов Н. В. Некоторые данные о скорости развития карста в карбонатных породах. Труды лаборатории гидрогеологических проблем, т. VI, 1949.

Пермский государственный университет им. А. М. Горького

ХИМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И ГИДРОГЕОХИМИЯ

Вып. 2 (3)

Пермь, 1963

Г. А. Максимович, В. А. Балков

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ КАРСТООБРАЗОВАНИЯ ПО ВЕЛИЧИНЕ И СОСТАВУ ЗИМНЕГО ХИМИЧЕСКОГО СТОКА

В изучении карста определенная роль отводится гидрохимическому методу (8). По объему растворенных химических веществ, выносимых карстовыми водами в реки, можно судить об интенсивности карстового процесса в речном бассейне.

Представление о темпах выщелачивания в бассейне дает величина химических веществ, ежегодно выносимых подземными водами в растворенном виде (3,6). Однако, подсчитанные таким путем цифры не сопоставимы для бассейнов разных размеров. Этот недостаток будет устранен, если в качестве показателя активности карста брать отношение объема растворенной породы, выносимой карстовыми водами из карстовой области, к общему объему карстующихся пород этой территории (11). Определение объема карстующихся пород в пределах каждого бассейна не всегда возможно. Это и ограничивало применение метода Н. В. Родионова на практике.

Авторы предлагают характеризовать интенсивность карстообразования величиной подземного химического стока, приходящегося на единицу закарстованной площади бассейна. Подземный сток предлагается рассчитывать по зимним замерам, когда река находится исключительно на устойчивом подземном питании. Расчет путем расчленения гидрографа мы не применяем, так как методика его еще не разработана.

Подземное питание мало изменяется в течение года. Это позволяет принять за величину среднего годового модуля подземного стока (жидкого и химического) средний модуль стока за ряд лет по измерениям с декабря по март. Допускается также использование летних измерений, произведенных при минимальных расходах, близких к зимним. В качестве основной характеристики подземного химического стока и интенсивности карстового процесса авторы рекомендуют использовать величину модуля химического стока (г/сек с 1 км²), подсчитанную по данным химических анализов проб и измерений расходов воды в указанный период.

Предлагаемая методика характеристики интенсивности карстового процесса имеет несомненные преимущества. Модуль химического стока устойчив в течение года, учитывает жидкий подземный сток и величину площади бассейна, а также картируется.

Подсчитанные указанным способом по Гидрологическим Ежегодникам (1) и данным Е. А. Кротовой (5) средние характеристики для периода с 1951 по 1958 г. были нанесены на карту Пермской области. На ней выявилась зависимость распределения модуля химического стока от распространения карстующихся пород. В незакарстованных бассейнах рек равнинной и горной частей области модули химического стока не превышают 0,50—0,80 г/сек с 1 км². Наибольшие модули (0,40—0,80) здесь обусловлены деятельностью человека, в частности, сбросом отработанных вод промышленных предприятий — рр. Сын, Сюзьва, Пальта, Полонка, Черная, Лысьва, Ласьва (5). Повышенное значение химического зимнего стока отмечено и в бассейнах рек с распаханной поверхностью (Иньва, Обва).

В бассейнах рек, где распространены соли, гипсы, ангидриты, известняки и доломиты, модуль подземного химического стока более 0,80 г/сек с 1 км². Особенно больших размеров этот сток достигает в бассейнах рек с соляным (Вишерка — 1,2, Безымянная — 6,9 г/сек с 1 км²) и гипсовым карстом (Ирень — 4,8 Тюй — 2,3, Атер — 13,0 г/сек с 1 км²). Последнее обстоятельство отмечалось и ранее (3, 10). Сравнивая модули химического подземного стока отдельных рек с зональным их значением, можно установить наличие карстовых процессов в бассейнах этих рек.

Показателем интенсивности карстообразования является также химический состав подземных и речных вод. Гидрохимические фации вод гипсового и соляного карста отличаются от зональных. Пермская область относится к широтной зоне преобладания гидрокарбонатно-кальциевых гидрохимических фаций речных вод северного полушария (7). Наряду с этим, воды рек на отдельных участках области характеризуются литологически обусловленными сульфатно-кальциевыми гидрохимическими фациями (рр. Ирень, Атер, Кишертка, Мазуевка и др.), которые связаны с питанием рек водами гипсового карста (2, 4, 9). В северной части области хлоридные гидрохимические фации рек Вишерки, Безымянной, Еловки, Язвы обусловлены соляным карстом.

Приведенные данные показывают, что повышенное значение зимнего химического стока позволяет судить о наличии в речном бассейне карстовых процессов. Чем больше величина этого стока, тем интенсивнее происходит карстообразование. Наиболее высокой интенсивностью отличаются соляной и гипсовый карст. С другой стороны, химический состав подземных вод зимнего периода также может быть показателем активности карстового процесса. В обоих случаях необходимо учитывать возможное влияние деятельности человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гидрологические Ежегодники, т. 4, вып. 5—7, 1951—1958 гг.
2. Горбунова К. А. Химическая география рек Пермской области. Р. Кишертка. Доклады 5 Всеуральского совещания по вопросам географии и охраны природы Урала. Пермь, 1959.
3. Горбунова К. А. Типы карста и факторы карстообразования на примере карстовых районов Пермской области. Записки Пермского отдела Географического общества СССР, в. 1, 1960.
4. Горбунова К. А. Химическая география рек Пермской области. Реки Мазуевка, Советянка. Химическая география, вып. 1, Пермь, 1961.
5. Кротова Е. А. Химический состав и химическая денудация рек Пермской области. Ученые записки Пермского университета, т. VII, вып. 4, 1956.
6. Крубер А. А. Карстовая область горного Крыма, 1915.
7. Максимович Г. А. Химическая география вод суши. Географгиз, М., 1955.
8. Максимович Г. А. Методы изучения карста. Ученые записки Пермского университета, т. X, вып. 2, 1956.
9. Максимович Г. А. Химическая география и задачи пермских географов и геологов. Химическая география, вып. 1, Пермь, 1961.
10. Максимович Г. А., Абрамов М. С. Химическая денудация в верховье реки Камы. Ученые записки Пермского университета, т. XI, вып. 2, 1957.
11. Родионов Н. В. Некоторые данные о скорости развития карста в карбонатных породах. Труды лаборатории гидрогеологических проблем, т. VI, 1949.

Пермский государственный университет им. А. М. Горького

И. А. Печеркин, Э. А. Бурматова

О ГИДРОХИМИЧЕСКОЙ СТРАТИФИКАЦИИ ЛЬДА

Зимой 1962 г. авторы изучали химизм ледового покрова Камских водохранилищ. Результаты анализа 40 проб показали, что химизм льда тесно связан с составом воды. Образование льда происходит лишь в том случае, когда наступает переохлаждение поверхностного слоя воды, появляются ядра конденсации, наблюдается устойчивая отрицательная температура воздуха. Большое влияние на образование льда оказывают перемешивание воды, состояние водной поверхности, скорость течения и др. (2).

Минерализация льда водохранилищ изменяется в пределах 2,78—530,83 мг/л. В химическом составе льда Воткинского водохранилища наблюдается, в основном, $\text{Cl}-\text{HCO}_3-\text{Ca}$ фация (3). Более сложная картина отмечена на Камском водохранилище. Это объясняется большим разнообразием химизма вод. Состав льда здесь изменяется от $\text{Cl}-\text{HCO}_3-\text{Ca}$, $\text{Cl}-\text{Na}-\text{HCO}_3$ к $\text{HCO}_3-\text{SO}_4-\text{Ca}$, $\text{SO}_4-\text{Na}-\text{Ca}$ до $\text{NO}_3-\text{Na}-\text{Cl}$.

Особый интерес представляет гидрохимическая стратификация льда, обусловленная особенностями его кристаллической структуры. Известно, что поверхностный слой льда образуется очень быстро, поэтому его структура характеризуется беспорядочно ориентированными кристаллами. В нем много полостей, заполненных минерализованной водой, и пузырьков воздуха. Нижние