

Д. В. РЫЖИКОВ

О КАРСТЕ И ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ЕГО РАЗВИТИЯ

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 14 VI 1947)

Настоящая статья написана в результате изучения вопросов карста и ознакомления с многочисленными описаниями карстовых областей Союза ССР и других стран, а также гидрогеологических работ автора, проведенных в карстовых областях.

Карст есть денудационный гидрогеологический процесс, возникающий и развивающийся в растворимых в воде породах (известняках, доломитах, гипсах и т. д.) в результате взаимодействия целого ряда природных факторов — состава пород, их трещиноватости, тектонической структуры, условий питания и т. д. Управление этим процессом во времени — его интенсивностью и характером его развития — принадлежит эпейрогеническим движениям.

Карстовый водоносный горизонт, в отличие от обычных водоносных горизонтов обломочных и трещиноватых пород, обладает следующими особенностями: а) способностью образовывать на своем уровне карстовые водотоки и пещерные реки; б) способностью перемещать свой уровень вверх или вниз, вслед за базисом⁽³⁾ и в) способностью захватывать в сферу своего разрушения глубокие зоны карстующегося массива — посредством так называемой «сифонной»⁽¹⁾ циркуляции карстовых вод.

Эти особенности, характерные для карстовых водоносных горизонтов как развивающихся в растворимых в воде породах, и определяют всю специфику карстовых явлений и закономерности их развития.

Основной закономерностью карстового процесса является постоянная и в общем не зависящая от речной сети приспособляемость карстовых вод к своим базисам. В основе этой приспособляемости лежит своеобразная борьба промежуточных базисов, развивающаяся на уровне водоносного горизонта и выражающаяся в постоянном перемещении гидрогеологических водоразделов в сторону более слабых базисов (рис. 1).

Главным базисом для внутриматериковых карстовых областей является обычно уровень главной речной дрены на границе ее выхода из карстовой области. Промежуточными базисами могут быть участки наиболее глубоко врезанных неустойчивых (в смысле их дренирующей способности) речных дрен, а также карстовые водотоки и пещерные реки, тектонические нарушения и т. д. К каждому из этих базисов тяготеет определенная площадь водоносного горизонта, которой он управляет.

Базисы не остаются одинаковыми во времени по своим дренирующим и захватывающим (в смысле захвата соседних площадей водоносного горизонта) способностям. Они постоянно изменяются в зависимости от изменения факторов карстового процесса. Поэтому с полным основанием можно говорить о «сильных» и «слабых» базисах, а

также об «усилении» в процессе борьбы одних базисов и «ослаблении» других. Более сильными из промежуточных базисов являются те, которые управляют большей площадью водоносного горизонта, залегают гипсометрически ниже и получают большее питание.

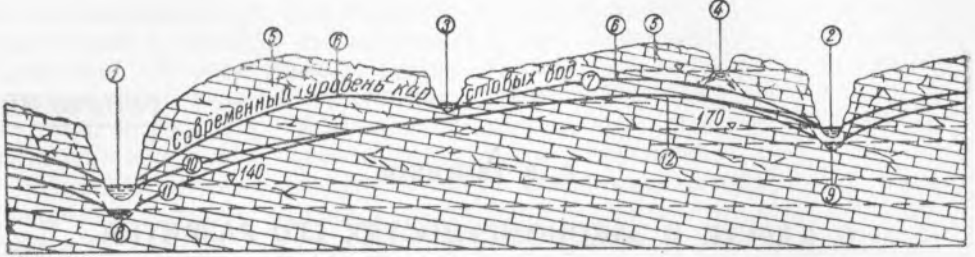


Рис. 1. Схема отрыва водоносного горизонта от своих прежних дрен (на примере Североуральской карстовой области). 1 — главный базис (р. Сосьва), 2 — относительно устойчивый базис (р. Вагран), 3 — неустойчивый базис (р. Калья), 4 — подвешенная речка, не являющаяся базисом (р. Сарайная), 5 — топографический водораздел, 6 — гидрогеологический водораздел, 7 — современный уровень карстовых вод, 8 — возможное положение главного базиса в будущем (при эпейрогенических поднятиях), 9 — тоже устойчивого базиса, 10 — уровень карстовых вод, образующийся при длительной неподвижности главного базиса, 11 — он же при снижении основных базисов, 12 — гидрогеологический водораздел

Перемещаемость гидрогеологических водоразделов и связанные с ней явления захвата можно сравнить с явлениями, происходящими при откачках воды из соседних скважин. Здесь, так же как и в случае естественных базисов, происходит снижение уровня подземных вод и перемещение водораздела между соседними депрессиями в сторону менее производительных и опущенных на меньшую глубину скважин. Однако полной аналогии между этими явлениями проводить нельзя, так как дренажные и захватывающие способности естественных базисов, в отличие от скважин, обуславливаются не произвольно заданной производительностью насосов, а площадями водоносного горизонта, к ним тяготеющими, — их водоносностью, условиями питания и другими факторами карстового процесса.

Явления перемещаемости гидрогеологических водоразделов в сторону более слабых базисов подтверждаются наблюдениями режима и картами гидроизогипс (Североуральская карстовая область, Магнитогорская и др.). Классическим примером в этом отношении является захват верховьев Дуная Рейном в районе карстовой области «Дунай — Аах» в Швабской Юре (4). Более сильным базисом здесь оказался источник Аах, располагающийся в бассейне Рейна. Водораздел карстовых вод между Рейном и Дунаем на этом участке постепенно перемещался в сторону Дуная — как более слабого базиса — пока, наконец, не достиг его. Дунай в связи с этим перестал существовать как дрена и превратился в подвешенный, каковым и является в настоящее время.

В результате процессов приспособляемости промежуточные базисы с течением времени (при неподвижности главного базиса или при отрицательных его движениях) превращаются в небазисы. Момент отрыва водоносного горизонта от своих прежних базисов представляет своего рода скачок, продолжающийся однако, в течение значительного времени. Таким путем из карстовых водотоков и лещерных рек возникают сухие «этажи» карстовых полостей, а из неустойчивых речных дрен — сухие русла с развивающимися в них в дальнейшем провалами и воронками. Развитие карстового процесса, таким образом, в общем не зависит от речной сети, несмотря на то, что на известных стадиях отдельные участки рек и являются местными базисами. Водоносный горизонт в карстовых областях опережает развитие речной сети. Это под-

тверждается обилием сухих рек в карстовых областях (Уфимское плато, Онего-Двинское междуречье, Силурийское плато и т. д.), а также частичной потерей вод крупными речными дренами (рр. Сосьва, Юрезань, Исеть и т. д.) при пересечении ими карстовых областей.

При длительной неподвижности главного базиса промежуточные базисы постепенно выходят из борьбы, перемещаясь в зону вертикальной циркуляции, а водоносный горизонт снижается, вырабатывая свою устойчивую поверхность по отношению к главному базису (аналогично профилю равновесия рек). Зона горизонтальной циркуляции при этом постепенно принимает определенное и стабильное положение в карстующемся массиве; развивающиеся в ней карстовые водотоки и пещерные реки действуют в это время в порядке полной консолидации с водоносным горизонтом — в том смысле, что водоносный горизонт не имеет тенденции от них отрываться. Карстовые полости зоны горизонтальной циркуляции в это время увеличиваются в размерах за счет бокового расширения, увеличивая в свою очередь число провалов и обрушений сводов карстовых полостей. В результате на некоторых участках близ главных базисов зона вертикальной циркуляции уничтожается полностью, образуя тем самым крупные карстовые формы — поля, представляющие не что иное как совокупность провальных образований с их своеобразным «останцовым» рельефом.

При кратковременных стабилизациях главного базиса карстовые процессы не успевают настолько разрушить зону вертикальной циркуляции, чтобы образовать в ней крупные карстовые формы — поля. В этих случаях при положительных эпейрогенетических движениях, сопровождающихся кратковременными стабилизациями, в карстующемся массиве образуются этажи карстовых полостей. Число этажей может достигать 6—7 и более; нижние из них являются более молодыми и менее разрушенными.

Противоречия между известными теориями «обособленных водотоков» Ф. Катцера и «грунтовых вод» А. Грунда заключаются в том, что эти теории не обнаруживали связи между водоносным горизонтом и карстовыми водотоками. Карстовые водотоки и водоносный горизонт (в виде его гидравлически связанной водной поверхности) не только не исключают друг друга, а наоборот, являются двумя неизменными членами в общем ходе развития карстового процесса. На стадиях длительной неподвижности главного базиса они развиваются в порядке «взаимной поддержки», обуславливая преимущественное развитие горизонтальных каналов и полостей в зоне горизонтальной циркуляции, а на стадиях интенсивного приспособления — в порядке «взаимной борьбы». Водоносный горизонт в этом последнем случае стремится приспособить свой уровень к снижающемуся базису, а карстовые водотоки (с их заглубленными днищами) стремятся удержать свое прежнее положение местных базисов, но в конечном счете побеждает водоносный горизонт. Карстовые водотоки при этом переходят в отживающие этажи карстовых полостей.

Таким образом, водоносный горизонт в карстовых областях является прогрессивным элементом в развитии карстового процесса; он имеет место не только на стадиях «зрелости» и «дряхлости», как полагают А. А. Крубер (2), И. К. Зайцев (1) и другие исследователи, которые стремились примирить между собой названные выше теории, но и на «юных» стадиях, т. е. стадиях интенсивного приспособления карстовых вод к своим базисам. Разница заключается только в том, что на стадиях интенсивного приспособления водоносный горизонт маскируется отмирающими карстовыми водотоками, благодаря чему и создается ложное впечатление его присутствия (разные уровни на близких расстояниях).

Изучение карстовых процессов имеет огромное значение не только в вопросах гидрогеологии (водоснабжение, борьба с шахтными водами, гидротехническое строительство и т. д.), но и в вопросах генезиса некоторых полезных ископаемых (бокситы, железные руды). С этой последней точки зрения проблема карста заслуживает исключительного внимания.

Горно-геологический институт
Уральского филиала
Академии Наук СССР

Поступило
14 VI 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. К. Зайцев, Вопросы изучения карста СССР, 1940. ² А. А. Крубер, Карстовая область Горного Крыма, 1915. ³ W. Davis, Bull. Geol. Soc. Amer., 41, 3 (1930). ⁴ O. Lehmann, Die Hydrographie des Karstes, 1932.