

Б. В. ВАСИЛЬЕВ

К ДИНАМИКЕ ОБРАЗОВАНИЯ КАРСТОВЫХ ПРОВАЛОВ НА ТЕРРИТОРИИ ТАТАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 30 IV 1953)

Выяснение закономерностей размещения карстовых провалов и их генетической связи с отдельными литологическими разностями пород имеет важное значение для правильного понимания провальных явлений, развитых на поверхности аллювиальных отложений, в частности террасовых образований Волги. В настоящем сообщении излагаются полученные автором материалы о карсте левобережных районов Волги в пределах Татарской республики, где провальные явления имеют весьма значительное распространение (3, 4).

Под карстом автор понимает единство взаимосвязанных процессов и явлений, вызванных растворяющей и механической деятельностью подземных и поверхностных вод, приводящих к образованию карр, воронок поверхностного выщелачивания, пустот, каналов, пещер и провалов обрушения. В зависимости от положения карстующихся пород по отношению к базису эрозии карстовые явления подразделяются на две группы:

1) Мелкий или поверхностный карст, при котором карстовые процессы протекают в карстующейся породе или непосредственно на открытой поверхности,— голый карст, или на глубинах, расположенных выше уровня местного базиса эрозии,— покрытый карст.

2) Глубокий карст, когда карстующаяся толща залегает ниже уровня базиса эрозии. Это последний карст, в свою очередь, подразделяется на скрытый и погребенный. К скрытому карсту относятся те карстовые формы, которые образуются на глубинах ниже базиса эрозии, в зоне затрудненного водообмена и вековых движений подземных вод. К погребенному карсту относятся те карстовые формы, которые образовались в условиях мелкого карста и опустились на большие глубины в результате погружения региона. Скрытый и погребенный карст не дают на дневной поверхности сколько-нибудь заметных проявлений.

Исследование провальных явлений на территории Татарии позволяет отметить следующее.

1. Провалы, образовавшиеся путем обрушения свода над подземными пустотами, имеют сначала форму усеченного конуса с широким основанием. Со временем вследствие обрушения верхних частей стен происходит расширение наружного отверстия и скопление обломков пород на дне провала. В результате этого провалы типа усеченного конуса приобретают округлую цилиндрическую форму. В дальнейшем склоны таких провалов становятся все более и более пологими и приобретают форму воронок. При дальнейшем выполаживании склонов конусообразная форма (воронки) переходит в чашеобразную, а затем в блюдцеобразную. Если провалы располагаются близко друг к другу, то в процессе развития карстовых форм от усеченного конуса до блюдца они переходят в замкнутые

удлиненные долины или овраги. Примером такого развития карстовых форм являются провалы в районе дд. Куланга, Мурали, Ия.

Отношение глубины к диаметру у различных форм провалов различное. В провалах типа усеченного конуса оно близко к 5:1, в цилиндрических формах 3:1, в конусообразных от 1:1 до 1:4, в чашеобразных от 1:5 до 1:9, в блюдцеобразных от 1:10 до 1:20. В сглаженных формах менее чем 1:20.

По взаиморасположению провалы подразделяются на одиночные, групповые и контактные. Среди групповых различаются беспорядочное расположение, линейное и кольцевое, а среди контактных — спаренное, цепочковое, треугольное, лопастное и сотовое.

2. По своему происхождению провальные явления подразделяются на три основных типа — собственно карстовый, карстово-суффозионный и суффозионный.

К собственно карстовому типу относятся те карстовые формы, которые в своем происхождении связаны с растворимыми в воде породами.

К карстово-суффозионному типу относятся такие провалы, которые в своем происхождении связаны не только с растворением пород, но и с перемещением большого количества материала, практически нерастворимого в воде (глин, песков, суглинков и т. д.). К категории явлений этого типа относятся: воронки просасывания, провалы вмывания и вымывания (1).

К суффозионному типу относятся провалы, приуроченные к области распространения лессовидных суглинков. Одним из основных условий, которые благоприятствуют образованию провалов этого типа, являются трещины и атмосферные осадки. Проникая по системе мелких трещин, талые и атмосферные воды иногда образуют подземные туннели значительных размеров, над которыми кровля рушится, вследствие чего на поверхности образуются провальные ямы глубиной до 5 и более метров. Классическим примером этого типа являются провалы д. Сорочьи горы Рубно-Слободского района. В. В. Батыр (2) приводит описание таких провалов в Верхнеуслонском и Арском районах, относя их к типу глинистого карста.

3. Воронки типа просасывания образуются в тех местах, где уровень подземных вод находится ниже карстующейся толщи. По морфологическим признакам они не отличаются от типа провальных воронок. Основное их различие в способе образования. Их возникновение и дальнейшее развитие обязано эрозийной деятельности атмосферных вод. Я уже имел случай подробно описать (1) генезис воронок этого типа. Здесь же уместно отметить, что явления просасывания пород и образования на поверхности воронок типа просасывания наиболее типично выражены на правом берегу р. Ик в районе дд. Московска, Максютново.

4. Провалы типа просачивания развиты на поверхности речных террас. Динамика их образования связана с движениями подземных вод, которые обуславливают перемещение тонкокластических осадков в трещины и пустоты подстилающих их карстующихся коренных пород.

Водоносный горизонт аллювиальных отложений, налегая на трещиноватые закарстованные породы коренных отложений, образует единый гидравлически связанный фильтрационный поток. В местах, где слабо водопроницаемые аллювиальные породы налегают на сильно водопроницаемые, закарстованные, трещиноватые породы, при соответствующих размерах трещин ламинарное движение потока переходит в турбулентное. Известно, что всякое сужение каналов увеличивает скорость течения и уменьшает давление, а всякое расширение, наоборот, уменьшает скорость и увеличивает давление. Из этого вытекает возможность очень сложного

движения подземных вод, особенно в пунктах перехода из пористой среды в трещиноватую.

Если грунтовые воды аллювиальных отложений встречаются на своем пути трещиноватые закарстованные породы, то в точке перехода ламинарного движения воды в песках в турбулентное по трещинам и карстовым полостям происходит уменьшение скорости течения и увеличение давления в определенной зоне водоносного горизонта аллювиальных отложений. Другими словами, расширение струи в карстовых полостях вызывает сжатие элементов струи в пористой среде, обуславливая тем самым увеличение скорости движения.

При соответствующих размерах карстовых полостей и пустот вследствие перепада гидростатического давления в точке перехода воды из пористой среды в трещиноватую, движение возрастает настолько, что увлекает за собой песок. Вместе с этим на уровне зеркала грунтовых вод образуются небольшие пустоты, которые постепенно увеличиваются за счет обрушения их свода. При достижении больших размеров кровля полости рушится и на поверхности образуется провал.

В свете высказанных соображений получают естественное объяснение причины, обусловившие скопление четвертичных песков и галечников по трещинам и пустотам карстующихся пород казанского яруса.

Карстовые явления в области развития аллювиальных террасовых отложений левобережья Волги находятся в тесной зависимости от глубины и характера размыва коренных пермских пород, степени их разрушенности и условий гидродинамического режима подземных вод.

Геологический институт
Казанского филиала
Академии наук СССР

Поступило
7 IV 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Б. В. Васильев, ДАН, 65, № 4 (1949). ² В. В. Батыр, О глинистом карсте. Рельеф Татарии, 1951. ³ В. Н. Сементовский, Геология Татарской АССР и прилегающей территории в пределах 109 лист., ч. 2, 1939. ⁴ А. В. Ступишин, Изв. Всесоюз. географ. об-ва, 80, в. 3 (1948). ⁵ Ф. П. Саваренский, Гидрогеология, 1934.