

Л. В. ГОЛУБЕВА

## О ПЛОТНОСТИ КАРСТОВЫХ ВОРОНОК В РАЗЛИЧНЫХ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

*(Представлено академиком Д. В. Наливкиным 12 III 1953)*

Карстовые воронки являются преобладающей поверхностной формой карстового рельефа. Встречаясь в разных геоморфологических условиях, они распределены неравномерно. Это зависит от литологии, трещиноватости пород, типа карста, степени уничтожения покрова, климата, рельефа и других факторов.

Вопрос о факторах карстообразования, как это отметила Молотовская карстовая конференция (5), наименее изучен. Там, где карстующиеся породы прикрыты вышележащими некарстующимися толщами, в зависимости от уничтожения покрова, наблюдается различная закарстованность водораздельных пространств, склонов речных долин, оврагов и речных террас. Влияние геоморфологического фактора на интенсивность карстового процесса слабо освещено в литературе.

Во время геоморфологических исследований в 1946—1952 гг. в ряде карстовых районов Молотовской обл. автором был собран материал о распределении карстовых воронок в зависимости от элементов рельефа.

В настоящей работе приводятся данные для трех типичных карстовых районов Прикамья: б. заповедника «Предуралье» (1), где развиты артинские известняки и кунгурские известняки и доломиты (филипповский горизонт); долины р. Ирени в нижнем течении (Кунгурский район), где карстующимися породами являются гипсы и ангидриты первой и второй пачек иренского горизонта кунгурского яруса; долины р. Ирени в среднем течении (Ординский район), где карстуются гипсы и ангидриты верхней пачки иренского горизонта кунгурского яруса. Для этих районов определена плотность карстовых воронок или их число на 1 км<sup>2</sup>. Однако размеры карстовых воронок могут быть самыми различными: от 1 до 100 м и более в поперечнике. Поэтому введено понятие о коэффициенте закарстованности (площадном), который представляет отношение площади, занятой карстовыми воронками, к общей площади развития карстующихся пород. Результаты подсчетов сведены в табл. 1.

Из трех рассмотренных районов наибольшей закарстованностью характеризуется Ординский. Большинство воронок здесь приурочено к водораздельным пространствам, но наибольшая плотность их в оврагах и на склонах речных долин. Коэффициент закарстованности 4,4%. В Кунгурском районе наибольший процент воронок и наибольшая плотность наблюдаются на склонах речных долин, что обусловлено здесь близостью к поверхности карстующихся гипсов. Значительна также плотность карстовых воронок в оврагах.

Несколько отличную картину дает территория б. заповедника «Предуралье». Здесь наибольшая плотность карстовых воронок, как и в Ординском районе, в оврагах. На склонах долины р. Сылвы, вследствие слабой

Таблица 1

## Распределение и плотность карстовых воронок в различных геоморфологических условиях

		«Предуралье» (западная часть Кишертского и восточная часть Кунгур- ского районов)	Кунгурский (долина р. Ире- ни в нижнем течении)	Ординский (долина р. Ире- ни в среднем течении)	
Карстующиеся породы	Возраст	$P_1^{art} - P_1^{kg}$	$P_1^{kg}$	$P_1^{kg}$	
	Состав	известняки, доломиты	гипсы, ангидриты	гипсы, ангидриты	
Элементы рельефа	водораз- делы	Площадь в км <sup>2</sup> . . . . . Число воронок . . . . . Число воронок в % к итогу Плотность на 1 км <sup>2</sup> . . . . .	44,6 256 36,6 6	25 228 19,5 9	22,8 6171 82,7 270
	овраги	Площадь в км <sup>2</sup> . . . . . Число воронок . . . . . Число воронок в % к итогу Плотность на 1 км <sup>2</sup> . . . . .	9,2 423 60,4 46	5,2 255 22,0 50	2,2 703 9,4 320
	склоны реч- ных долин	Площадь в км <sup>2</sup> . . . . . Число воронок . . . . . Число воронок в % к итогу Плотность на 1 км <sup>2</sup> . . . . .	11,2 21 3 2	7 458 40 65	1,9 574 7,7 302
	речные террасы	Площадь в км <sup>2</sup> . . . . . Число воронок . . . . . Число воронок в % к итогу Плотность на 1 км <sup>2</sup> . . . . .	— — — —	27,8 215 18,5 8	2,7 11 0,2 4
Общее число воронок . . . . .		700	1156	7459	
Площадь в км <sup>2</sup> . . . . .		65	65	30	
Средняя плотность (число на 1 км <sup>2</sup> ) . . . . .		11	18	248	
Коэффициент закарстованности (площадной) в %		0,07	0,8	4,4	

карстваемости артинских известняков и большой крутизне, количество воронок и их плотность незначительны.

Во всех указанных районах для речных террас имеет место камский тип карста (4), на склонах речных долин и оврагов — средневропейский и участками средиземноморский, а на водораздельных пространствах — средневропейский и русский (3).

На водораздельных пространствах средневропейского и русского типов карста карстовые воронки также распределены неравномерно, сосредоточиваясь, главным образом, вблизи склонов долин. Например, на территории «Предуралье» на водораздельном пространстве 39,3% всех воронок находится вблизи склонов долины р. Сылвы, 46,9% вблизи логов и только 13,8% вдали от склонов долины и логов.

В литературе данные о плотности карстовых воронок немногочисленны. Некоторые из них приведены в табл. 2.

Изучение карста в гипсах показывает, что он отличается большей плотностью карстовых воронок, значительными размерами их и наличием карстовых воронок на крутых склонах.

## Плотность карстовых воронок в различных районах

Район	Карстующиеся породы		Площадь в км <sup>2</sup>	Число воронок	Плотность на 1 км <sup>2</sup>	Литера- турн. источники
	возраст	состав				
Силурийское плато . . .	S <sub>1</sub>	Известняки	252,6	758	3	(9)
			217,9	584	2,6	
			203,8	352	1,2	
			23,8	85	3,7	
Уфимский амфитеатр (средняя часть) . . . . .	S, D, C <sub>1</sub> <sup>2</sup>	"	43,5	501	11,5	(6)
Кизеловский (южная часть) . . . . .						
Среднее Поволжье . . . . .	R <sub>2</sub> <sup>kz</sup>	Гипсы и известняки	—	800	до 120*	(7)
Крым:						
Средняя терраса						
Чатырдага . . . . .	J <sub>3</sub>	Известняки	—	—	30—50	(2)
Караби-яйла . . . . .	J <sub>3</sub>	"	—	—	20—50	
Никитская яйла . . . . .	J <sub>3</sub>	"	—	—	6	

\* Взяты только карстовые поля.

Для известнякового карста Крыма (2) и Уфимского амфитеатра (6) установлено, что карстовые воронки образуются только при незначительных углах наклона поверхности.

В голом карсте известняков больше всего карстуются ровные участки плато с небольшим углом наклона. В средневропейском и русском типах карста наиболее закарстованы участки, где покров уничтожен денудацией, поэтому карстовые воронки больше всего развиты в оврагах, а в гипсовом карсте и на склонах речных долин. На водораздельных пространствах они сосредоточены вблизи долин, где покров наиболее смыт. Росту карстовых воронок в оврагах способствует также поступление больших масс воды.

В дальнейшем, при количественной характеристике закарстованности отдельных территорий, необходимо рассматривать ее для отдельных элементов рельефа и, помимо плотности карстовых воронок, которая иногда дает большие цифры, вычислять и коэффициент закарстованности.

Естественно-научный институт  
при Молотовском государственном университете  
им. А. М. Горького

Поступило  
1 II 1953

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> Л. В. Голубева, Природа, № 7 (1949). <sup>2</sup> А. А. Крубер, Карстовая область Горного Крыма, 1915, стр. 45—46. <sup>3</sup> Г. А. Максимович, Тр. Молотовск. карстовой конференции, в. 1, 1948. <sup>4</sup> Г. А. Максимович, Л. В. Голубева, ДАН, 87, № 4 (1952). <sup>5</sup> Резолюция Молотовской карстовой конференции, Карстование, в. 1, 1948. <sup>6</sup> Д. С. Соколов, Природа, № 1 (1948). <sup>7</sup> В. Н. Сементовский, В. В. Батыр, А. В. Ступишин, Рельеф Татарии, 1951, стр. 52. <sup>8</sup> О. Л. Эйноор, Материалы по гидрогеологии и карстовым явлениям в южной части Кизеловского района, 1936, стр. 135—136. <sup>9</sup> А. Ф. Якушова, Уч. зап. МГУ, в. 136, геол., 3 (1949).