

А. А. КРУБЕРЪ.

КАРСТОВАЯ ОБЛАСТЬ ГОРНАГО КРЫМА.

Съ двумя картами и 103 рисунками.

МОСКВА—1915.

(ПРИЛОЖЕНИЕ КЪ „ЗЕМЛЕВЪДЪНІЮ“).

Типо-литографія Т-ва М. Н. КУДЕРСКИХЪ и СР. Пятницкая ул., соб. дѣль.
МОСКВА—1915.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Главы.	Стр.
I. Характерныя особенности карстового ландшафта. Условия развития и область наблюдений	1
II. Карровыя поля	17
III. Воронки или „долины“	41
IV. Карстовыя мучьды, „увала“	85
V. Поля и теории ихъ происхожденія	109
VI. Вайдарская долина	121
VII. Гидрографія карста (глубинная)	134
VIII. Гидрографія карста (рѣки и рѣчныя долины)	160
IX. Гидрографія Крымскаго карста	168
X. Пещеры, ихъ образованіе и заочленіе	185
XI. Пещеры Крыма	206
XII. Теорія образованія и сохраненія пещернаго льда	246
XIII. Температура воздуха и воды въ пещерахъ и въ источникахъ	264
XIV. Циклы развитія карста	275
XV. Медіаціонныя работы на Ялѣ и ея растительность	287
Заключеніе	303
Résumé	307
Литература	312

Оглавленіе рисунковъ.

Рис. 1. Южный обрывъ Ялты надъ Кикенейскомъ. Отколовшаяся скала	5
„ 2. Северо-западная часть Караби-яйлы съ неглубокими воронками	12
„ 3. Каменистый участокъ Караби-яйлы съ воронками (фотографія Н. Кленкина)	13
„ 4. Карровая поверхность Караби-яйлы	16
„ 5. Карровое поле (карровая дыра)	19
„ 6. Поверхность Яйлы между Мерденомъ и „Имчанами“	21
„ 7. Карровая поверхность въ стадіи угасанія	24
„ 8. Карры въ Мортвиновскомъ тѣсу	27
„ 9. Центральная часть Караби-яйлы, усыпанная многочисленными воронками	44
„ 10. Глубокая воронка на Долгоруковской ялѣ	47

Рис. 11. Неправильной формы колодезобразная долина Одамыр-Кассарт	49
" 12. Естественная шахта Курючь-агачь-туткель на Караби-яйль	52
" 13. Котловина на Бабуганъ	55
" 14. Порошная кустарниковъ долина на Караби-яйль	57
" 15. Воронка, наполненная водой	58
" 16. Озеро на Караби-яйль	60
" 17. Схема образования колодезь и естественныхъ шахтъ	69
" 18. Колодезь-ледникъ на Арабийкъ	71
" 19. Колодезь-ледникъ на Арабийкъ	73
" 20. Надъ ледниковымъ колодеземъ близъ Ай-Петри	75
" 21. Стѣнки колодца-ледника близъ Ай-Петри	76
" 22. Естественная шахта Паско-саванъ-хартыхъ	78
" 23. Естественная шахта Орта-кошъ	79
" 24. Естественная шахта Монастырь-чокракъ	81
" 25. Разрѣзъ и планъ трещины естественной шахты Кара-карныхъ-туткель	83
" 26. Естественная шахта Кара-нарныхъ-туткель	84
" 27. Котловина (увала) къ западу отъ Бедзекыра	87
" 28. Котловина Бештеке	88
" 29. Общій видъ котловины Бештеке	89
" 30. Воронка (пояръ) въ котловинѣ Бештеке	90
" 31. Фигуры выветриванія стѣнокъ котловины Бештеке	91
" 32. Разрѣзъ котловины Бештеке по линіи ап. на рис. 28	94
" 33. Бештеке (останокъ)	95
" 34. Котловина Когей	96
" 35. Оврагъ, по которому стекаетъ избытокъ воды Когей	97
" 36. Котловина на Бабуганъ	99
" 37. Замкнутая котловина на Никитской яйль	101
" 38. Схема превращенія долинъ въ увала (въ разрѣзъ)	103
" 39. Схема превращенія долинъ въ увала (въ планъ)	106
" 40. Овражный ландшафтъ въ западной части Яйлы	107
" 41. Груща оставшея въ котловинѣ Бештеке	108
" 42. Общій видъ Байдарской долины	122
" 43. Островныя горы въ Байдарской долинѣ	123
" 44. Скала Кизиль-Кая	130
" 45. Байдарская долина и рѣка Черная	131
" 46. Схема распределенія грунтовыхъ водъ въ карстѣ	141
" 47. Графикъ расходовъ рѣки Салгира, у истока, для многоводнаго 1904—1906 года	146
" 48. Графикъ расходовъ рѣки Салгира, у истока, для многоводнаго 1905—1906 года	147
" 49. Суточное колебаніе дебета Лянского источника въ мысляхъ ведеръ за 1904 годъ	149
" 50. Суточное колебаніе дебета Лянского источника въ тынчакъ ведеръ за время отъ 1 сент. по 7 окт. 1904 г.	149
" 51. Каньонъ рѣки Салгира близъ его истоковъ, по П. А. Двойченко	162

	Стр.
Рис. 52. Карта источников Чатырдага Н. Головкинского	171
" 53. Карта источников Бабулгана Н. Головкинского	173
" 54. Общий вид истоков р. Салгира	176
" 55. Геологический профиль Аянского ущелья, по П. А. Двойченко	177
" 56. Планг. долины и ущелья Аяна в горизонталях через 2 сажени, по П. А. Двойченко	178
" 57. Пещера, из которой вытекает Салгир	179
" 58. Салгир близ истоков	179
" 59. Общий вид верхней долины р. Биюкь-Карасу	180
" 60. Планг истоков р. Биюкь-Карасу	181
" 61. Пещера над юго-западным истоком р. Биюкь-Карасу	182
" 62. Южный исток р. Биюкь-Карасу	183
" 63. Выветрившиеся скалы и долина в истоках р. Биюкь-Карасу	183
" 64. Долина р. Биюкь-Карасу	184
" 65. Долина Биюкь-Карасу близ деревни Карасу-Баши	185
" 66. Исток р. Суукь-Су	186
" 67. По сухому руссу рьки Узень (Черной)	187
" 68. Долина рьки Узень. Эрозионные котлы	187
" 69. Исток р. Черной	188
" 70. Озеро Провалье	189
" 71. Экцентричные сталактиты	203
" 72. Местонахождение пещер Бинь-баш и Суукь-хоба, по В. Дмитриеву	207
" 73. Планг пещеры Бинь-баш-хоба, по В. Дмитриеву	208
" 74. Планг пещеры Суукь-хоба, по В. Дмитриеву	209
" 75. Вход в пещеру Адъ-сокмакь-туткель	217
" 76. Общий вид пещер Халджи-хоба	218
" 77. Вход в главную пещеру Халджи-хоба	219
" 78. Пещера Ибукихань-хоба	220
" 79. Пещера Терпи-хоба: 1) планг в масштаб 1:500; 2) разрьз по линии АВ плана в масштаб 1:25; 3) планг входного отверстия 1:250	221
" 80. Ребра и колонна в пещеръ Терпи-хоба	223
" 81. Планг пещеры Кильсе-чехъ	223
" 82. Натечные образования в круглой камеръ пещеры Кильсе-чехъ	—
" 83. Пещера Карапи-хоба, близъ входа	227
" 84. Планг Туакской пещеры	231
" 85. Вход в пещеру Большой Бузлукъ	232
" 86. Пещера Большой Бузлукъ. Планг и разрьз	233
" 87. Общий вид нижней части пещеры Бузлукъ	234
" 88. Натечи в правой нпшъ (фотография Н. Клеппина)	235
" 89. Ледяной водопадъ	235
" 90. Ледяные сталактиты	236
" 91. Деревня Кизилъ-хоба	238
" 92. Туфовая пещерка Кизилъ-хоба	239

	<i>Стр.</i>
Рис. 93. Туфовая пещерка Кызыл-хоба	240
„ 94. План пещеры Исл-хоба (по И. Петрову)	241
„ 95. Входы в пещеру Харанлык-хоба	243
„ 96. План пещеры Харанлык-хоба (по И. Петрову)	244
„ 97. Подземная рѣка в пещерѣ	245
„ 98. Схема циркуляціи воздуха в замкнутой пещерѣ, обра- щенной концомъ вверхъ, въ холодные періоды	250
„ 99. То же, въ теплые періоды	251
„ 100. Схема циркуляціи воздуха в змѣнообразной пещерѣ въ холодные періоды	252
„ 101. Схема циркуляціи воздуха в проходной пещерѣ въ хо- лодные періоды	259
„ 102. То же, въ теплые періоды	260
„ 103. Кривая измѣненія температуры воздуха и воды источника Амла за промежутокъ времени отъ 10 мая по 31 дек. 1904 г.	271

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Въ 1900 году въ журналѣ «Землеуѣдѣніе» была напечатана моя работа подъ заглавіемъ «Карстовыя явленія въ Россіи», въ которой я, послѣ краткаго разсмотрѣнія особенностей карстоваго рельефа и гидрографіи, прослѣдилъ географическое распространеніе карстовыхъ явленій на территоріи Европейской Россіи. Послѣ выхода этой работы, изученіе карста какъ за границей, такъ и въ Россіи значительно подвинулось; въ частности было описано нѣсколько новыхъ областей въ предѣлахъ Европейской Россіи.

Тогда же я задумалъ другую работу, цѣлью которой должно было быть разъясненіе карстовыхъ процессовъ и особенностей рельефа и гидрографіи карста на основаніи наблюденій, произведенныхъ въ Россіи.

Однако, личныя обстоятельства моей жизни, не позволявшія мнѣ предпринимать особенно продолжительныхъ поѣздокъ, а съ другой стороны, необходимость изслѣдованій на мѣстѣ въ разныхъ частяхъ Россіи, такъ какъ имѣвшіеся матеріалы, какъ я въ этомъ векорѣ убѣдился, въ большинствѣ случаевъ не давали отвѣта какъ-разъ на наиболѣе спорные и интересные вопросы, въ особенности касающіеся глубинной циркуляціи водъ, все это побудило меня до времени сузить районъ изслѣдованія и ограничиться болѣе детальнымъ изученіемъ какой-либо одной карстовой области, которая бы представляла благоприятныя условія для рѣшенія основныхъ вопросовъ морфологіи и гидрографіи карста.

При этомъ я остановился на изученіи карстовой области горнаго Крыма.

Нѣкоторые результаты этого изученія были въ разное время напечатаны въ журналахъ «Землеуѣдѣніе», «Естествознаніе и Географія» и «Среlnca».

Настоящая работа имѣетъ цѣлью подвести итоги этихъ изслѣдованій и преслѣдуетъ двѣ задачи: съ одной стороны, описаніе карстовой области Крыма, съ другой—выясненіе основныхъ особенностей рельефа и гидрографіи карста вообще. Поэтому по каждому вопросу разсматривается сначала важѣйшая литература, а затѣмъ уже слѣдуетъ выясненіе этого вопроса на основаніи наблюденій въ Крыму. Такого рода приемъ разсмотрѣнія, бывшій до самаго послѣдняго времени общимъ и въ иностранной литературѣ, находитъ свое объясненіе въ томъ, что цѣлый рядъ основныхъ вопросовъ, касающихся карста, еще не можетъ считаться вполне рѣшеннымъ. Въ частности, въ русской литературѣ совершенно отсутствуютъ работы о карстѣ обобщающаго характера, разсматривающія карстовыя явленія въ цѣломъ, а потому я и считалъ уместнымъ предположить личнымъ наблюденіямъ разсмотрѣніе карстовой литературы, что до извѣстной степени знакомитъ и съ исторіей разрѣшенія соответствующихъ проблемъ.

Для собранія матеріала мною было предпринято въ теченіе нѣсколькихъ лѣтнихъ сезоновъ рядъ экскурсій въ разныя части Крыма, при чемъ въ нѣкоторыхъ изъ этихъ экскурсій меня сопровождали С. Г. Григорьевъ, В. Ф. Добрынинъ, С. В. Чефрановъ, которымъ я пользуюсь случаемъ выразить мою благодарность.

Считаю также долгомъ выразить глубокую благодарность всѣмъ лицамъ и учрежденіямъ, въ томъ или другомъ отношеніи оказавшимъ мнѣ содѣйствіе и поддержку при выполненіи этой работы, какъ-то: Императорскому Обществу Любителей Естествознанія, Антропологии и Этнографіи и его Географическому Отдѣленію,—президенту этого Общества проф. Д. Н. Анучину, Н. Н. Клепинину за нѣкоторыя указанія и предоставленныя въ мое распоряженіе фотографіи, изъ которыхъ три помѣщены въ этой работѣ, А. П. Двойченко и К. Д. Кельстеру за доставленіе матеріаловъ, касающихся расхода водъ въ Аякскомъ источникѣ, А. Г. Дорошевскому за анализы горныхъ породъ, Е. А. Михайлову за исполненіе нѣсколькихъ чертежей и Ф. И. Недепону.

Москва, 20 февраля 1915 г.

Карстовая область горного Крыма.

I.

Характерные особенности карстового ландшафта. Условия развития и область наблюдения.

Карстовые страны, независимо от местных различий в строении поверхности той или другой области, — различий, обусловленных тектоникой или воздействием деструктивных сил, имеют общие черты рельефа, протекающие от свойства горной породы, определенным образом реагирующей на воздействие внешних атмосферных агентов. С этой точки зрения термин „карстовые явления“ по всей справедливости может быть заменен термином „явления в известняках“, как это и было предложено Е. Мартелем¹⁾. Правда, карстовые явления выражены также в гипсах, в отложениях каменной соли, в толщах льда²⁾, но во-первых, эти горные породы по сравнению с известняками занимают значительно меньшие площади, а во-вторых, самые явления в только что упомянутых породах представляют некоторые особенности по сравнению с явлениями в известняках.

Многочисленными исследованиями выяснено, что всюду, где на поверхности залегают известняки, мы встречаем определенный комплекс форм рельефа, причем безразлично, к какому геологическому возрасту принадлежат данные известняки³⁾, на какой

¹⁾ E. A. Martel. Universalité et ancienneté des phénomènes cavernaux du calcaire. La Spéléologie au XX siècle. Spelunca, I, p. 561.

²⁾ Siegf. R. Karstformen der Gletscher. Geographische Zeitschrift 1895 г.

³⁾ Cvijić. Das Karstphänomen, глава VII, где приведен обзор карстовых явлений по отдельным геологическим системам.

высотъ надъ уровнемъ моря они залегаютъ ⁴⁾, подвергались ли они дислокаціямъ или нѣтъ ⁵⁾.

Большее значеніе имѣетъ мощность известняковой толщи, химическій составъ данной породы, т.е. ея относительная чистота и отсутствіе въ ней постороннихъ примѣсей, а также климатическія условія данной страны, въ особенности недостатокъ или избытокъ осадковъ и ихъ распредѣленіе по временамъ года.

Впрочемъ, эти послѣдніе факторы, взятые въ отдѣльности, не являются рѣшающими въ вопросѣ о возникновеніи характерныхъ для карста формъ рельефа. Такъ, незначительная мощность известняковой породы обуславливаетъ лишь быстрое развитіе и завершеніе цикла закарстованія, причѣмъ въ конечной стадіи известняковая порода, благодаря совокупному дѣйствію внѣшнихъ агентовъ и глубокой циркуляціи водъ, оказывается денудированной до подстилающей известняки породы иного состава, и карстъ превращается въ некарстъ.

Также и вліяніе состава известняковъ было, повидимому, преувеличено прежними изслѣдователями: наблюденія Катнера ⁶⁾ въ Босніи и приводимые имъ анализы химическаго состава различныхъ горныхъ породъ, показываютъ, что свойственные карсту формы рельефа могутъ встрѣчаться и въ доломитахъ и даже въ мергелистыхъ известнякахъ. Правда, особенности состава горной породы, какъ это показали также и мои наблюденія надъ карстомъ Крыма и Кавказа (смотри ниже), влекутъ за собой существенныя измѣненія въ ходѣ процесса закарстованія ⁴⁾, благодаря

⁴⁾ Карстовыя формы рельефа мы встрѣчаемъ какъ въ горныхъ областяхъ Альпъ, Кавказа, Швейцарской Юры, Крыма, такъ и у уровня моря, напр., во Флоридѣ, едва вышедшей изъ-подъ воды, покрывавшихъ ея поверхность.

⁵⁾ Cvijić, *ibidem*, стр. 238. Карстовыя явленія представлены въ горизонтально залегающихъ известнякахъ Сахары, Сирія и Палестины, на островѣ Мальтѣ, въ южной Австраліи, во многихъ мѣстахъ Россіи, гдѣ до сихъ поръ не констатируются дислокаціи, напр. въ Прибалтійскомъ краѣ, въ Ирландіи и т. д. Въ общемъ, однако, тектоническіе процессы, обуславливающіе большую трещиноватость известняка, способствуютъ развитію карстовыхъ явленій.

⁶⁾ Katzer, *Karst und Karsthydrographie*, Sarajevo 1909, стр. 10—12, также Lozinski, *Die Karsterscheinungen in Galizisch-Podolien*, Wien 1907 (Separat-Abdruck aus dem Jahrbuch der K.-K. geolog. Reichsanstalt. 1907, B. 57 Heft. 4).

⁴⁾ На видоизмѣненіе формъ рельефа въ зависимости отъ химическаго состава указываютъ: Cvijić, *ibid.*, стр. 328, Savicki. Ein Beitrag zum geographischen Zyklus im Karst Geogr. Zeitschrift. 1909, стр. 185. Norbert Krebs, Die Halbinsel Istrien. Pencks Abhandlungen, Band IX, Heft 3. 1907. Van der Broeck, E. A.

чему создаются мѣстные особенности въ основныхъ формахъ рельефа, но все таки эти различія не настолько существенны, чтобы нельзя было считать выработавшіяся при различномъ составѣ известняка формы рельефа за гомологичными.

Количество атмосферныхъ осадковъ и ихъ распредѣленіе по временамъ года играетъ въ процессѣ закарстованія громадную роль; известняковая порода въ климатѣ пустынь только по истеченіи значительнаго періода времени можетъ обнаружить нѣкоторыя особенности формъ рельефа, свойственнаго карсту, поскольку онѣ не окажутся замаскированными результатомъ дѣятельности другихъ силъ, какъ-то механическаго выветриванія, дефляціи и т. д. Тамъ не менѣе, формы поверхности, свойственныя карсту, мы находимъ въ такихъ сухихъ странахъ, какъ Намаква въ южной Африкѣ¹⁾. Совокупность опредѣленныхъ формъ рельефа, совместно встречающихся въ карстѣ, въ связи съ особенностями гидрографіи, придаетъ карстовымъ странамъ своеобразный отпечатокъ, создаетъ особый типъ ландшафта, настолько характерный, что изслѣдователь, познакомявшись въ немъ въ одной изъ карстовыхъ странъ, попадая въ другую, хотя бы и весьма отдаленную отъ первой, узнаетъ сразу знакомыя ему черты.

Естественно, что съ особенной опредѣленностью этотъ ландшафтъ выраженъ тамъ, гдѣ не прикрыты сверху наносами (аллювіальными, аллювіальными и т. д., а также морскими отложениями послѣдующихъ геологическихъ эпохъ) известняки выступаютъ на поверхность, т.-е. по терминологіи Катцера²⁾, въ неприкрытомъ, голомъ карстѣ (*nackter oder offener Karst*) или, по терминологіи Савицкого³⁾ въ карстѣ средиземноморскаго типа.

Въ предѣлахъ Европейской Россіи едва ли какая-нибудь другая мѣстность представляетъ такую благодарную почву для ознакомленія съ карстовыми явленіями какъ Крымская Яйла, изученію которой мною было посвящено нѣсколько лѣтъ, причѣмъ она обслѣдована была на всемъ протяженіи отъ Байдарскихъ воротъ до восточнаго склона Караби-яйлы, т.-е. въ тѣхъ предѣлахъ, гдѣ Яйла

Martel et Rahier въ „Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique“, особенно во второмъ томѣ, Bruxelles 1910, и *monographie*.

¹⁾ E. M. Martonne, *Traité de géographie*, стр. 172.

²⁾ Katzer, *ibidem*, стр. 2 и 3.

³⁾ Sawicki, *ibidem*, стр. 185.

или является непрерывной, как к западу от Алушты, или распадается на обширные платообразные возвышенности. К востoku от Караби, Яйла, как таковая, перестает существовать, так как она здесь распадается на ряд разобщенных холмов и гряд. В этой восточной части исследованы были только немногие пункты.

Яйла, как известно, представляет южный наиболее высокий кряж из трех главных, параллельных гряд Крымских гор. Он начинается от мыса Фиолента, сходя сначала утесы над самым морем, а затем отступает от последнего у Байдарских ворот на 2 версты, у Лименя на 3, у Мисхора на 4, у Ялты и у Гурзуфа на 6, у Алушты на 8. На восток у деревни Ускуп этот кряж распадается на несколько отдельных цепей и скал и заканчивается между мысом Меганом и Феодосией (гора Тете-оба близ Феодосии и Агермыш около Старого Крыма). Южный склон этой гряды очень крутой, а местами, в западной части, представляет отвесную стену, тогда как северный более полого падает к ближайшей продольной долине. Преобладающее простирание хребта и составляющих его пород на восток с С.-В., а далее к западу с С.-В. на Ю.-З. падение пластов на С. и С.-З. и С.-В. (в восточной части, что стоит в связи с дугообразным направлением кряжа). Вершина этой гряды не представляет гребня, а является в виде покатой к северу почти—равнины, то каменной, то покрытой сплошным ковром травы, за что эта вершинная площадь и получила татарское название „яйла“, т.-е. пастбища. Это название было распространено и на весь южный кряж. На запад Яйла совершенно непрерывна и только кое-где суживается и понижается в местах сближения рыв противоположных склонов, образуя горные проходы, называемые богами; на восток, приблизительно начиная от Алушты, глубокие и более широкие бога (Кебизь-богаз, Ангара-богаз и др.) отделяют от общей массы Яйлы несколько обособленных плато: 1) яйлу Чатырдаг, 2) Демерджинскую яйлу с отрогом Тырке, 3) Долгоруковскую и 4) Караби-яйлу.

Начинаясь на запад у Байдарской долины, Яйла на протяжении нескольких верст тянется в виде узкой полосы, против Лименя начинается расширение Ай-Петринской яйлы, достигающей ширины 3—4 версты, затем Яйла суживается над Ялтой, а

отъ Ялты на Никитской и Бабуганъ яйлъ, тамъ: Кемать-Агерекъ надъ Ай-Василемъ (1531 м.), Демиръ-Капу почти противъ Гурзуфа (1540 м.), Романъ-Кошъ (1543 м.), высшая точка края, и Зейтинъ-Кошъ (1534 м.) на Бабуганъ, Эклизи-Бурунъ на Чатырдагъ (1523 м.); въ западной части Яйлы—западный Карадагъ (1146 м.), на Ай-Петринской яйлѣ Беденекыръ (1320 м.); приметная по своимъ зубчатымъ очертаніямъ вершина Ай-Петри имѣетъ всего 1223 м. высоты, Демерджи 1357 м., наивысшія точки на Караби-яйлѣ—Тайхоба 1259,4 м. и Карадагъ 1218,2 м. Вершины эти едва замѣтно поднимаются надъ общей поверхностью Яйлы и не представляютъ обособленныхъ горъ.

Породы, слагающія южную гряду, за немногими исключеніями, относятся къ юрской системѣ, причеи въ основаніи залегаютъ темноцѣтныя глинистыя сланцы болѣею частью лейкасоваго возраста, образующіе отъ $\frac{1}{4}$ даже до $\frac{3}{4}$ берегового склона.

Впрочемъ, между мысами Форось и Айя ¹⁾ и около Ялты ²⁾ были найдены сланцы и известняки болѣе древней триасовой системы, а въ продольной долигѣ между первымъ и вторымъ краемъ К. фортъ-Фохтъ намѣтъ отложения еще болѣе древнихъ геологическихъ системъ, кромѣ триасовой, еще пермской и каменноугольной.

Залеганіе глинистыхъ сланцевъ сильно нарушено; пласты сланца образуютъ самыя разнообразныя складки, мѣстами они поставлены вертикально или опрокинуты. Надъ ними лежатъ песчаники и конгломераты, развитые особенно вдоль южнаго склона главнаго края и представляющіе интересъ въ томъ отношеніи, что они являются водоноснымъ горизонтомъ, питающимъ источники и рѣки обоихъ склоновъ главнаго края. Конгломераты слагаютъ и верхнюю толщу горы Демерджи, причеи благодаря ихъ легкой выветриваемости и размываемости образуются причудливыя фигуры выветриванія въ видѣ столбовъ, башенъ и т. д.

Песчаники и конгломераты прикрыты сверху известняками сѣ-

¹⁾ Здѣсь въ сланцахъ была найдена *Pseudomonotis obovata*. Извѣстія Геологическ. Ком. 1904 г. т. XXIII, № 1, стр. 20.

²⁾ Проф. Зайкевичъ было указано на присутствіе въ окрестн. Ялты юрскою чернаго известняка, переполненнаго раковинами лепешницъ, которыхъ оказались принадлежащими *Laviscia* изъ группы *Polymorpha* (верхній триасъ). Коренной выходъ этихъ известняковъ остается неизвѣстнымъ. Изв. Геол. Комит. 1909 г. № 4, стр. 248.

раго, желтого или красноватого цвѣта, относимыми къ верхней юрѣ, то массивными и не обнаруживающими слоистости, то слоистыми и мѣстами мергелистыми. Въ началѣ и въ концѣ первой горной гряды эти известняки находятся почти у уровня моря, но въ ея средней части они лежатъ высоко. Впрочемъ, во многихъ мѣстахъ, вълѣдствіе древнихъ и современныхъ обваловъ, цѣлыя глыбы и скалы спускаются внизъ по склону, достигая моря. Мѣстами обвалившіеся массы сохраняютъ форму отграниченныхъ массивовъ, напр. Форосская скала, обваль горы Кошчи у Симеиза, горы Биюкъ и Кучукъ-Псары лѣтъ Кнегеншомъ, Крестовая скала близъ Алупки, гора Могаби, въ значительной степени обязанная своимъ происхожденіемъ обваламъ, и т. д., мѣстами же онѣ имѣютъ обломочный характеръ и представляютъ мощные потоки известняковыхъ глыбъ, вѣерообразно расширяющіеся внизъ. Лучшіе „хаосы“ на западѣ начинаются у самыхъ Байдаръ, а къ востоку отъ Ялты ихъ можно видѣть между Кучукъ-Тамбатомъ и Карабахомъ (известняки), около Карабаха и Биюкъ-Тамбата (дюритъ), около Демерджи (конгломераты). Въ связи съ этими обвалами находится отѣсненность стѣнъ Яйлы въ области отрыва обвалившихся массъ.

Рельефъ южнаго склона 1-ой гряды осложняется еще выходами изверженныхъ породъ, образующихъ мѣстами цѣлыя горы небольшой высоты, имѣющія чаще всего куполовидную форму и относящіяся къ категоріи лакколитовъ. Между Судакомъ и Оеодосіей, близъ Коктебеля, поднимается гора Карадагъ (579,4 м.), сложенная изъ вулканическихъ продуктовъ,—туфовъ, вулканическихъ брекчій, лавовыхъ покрововъ и осадочныхъ породъ, прорѣзанныхъ дайками. Горные породы здѣсь обнаруживаютъ слѣды сильныхъ дислокацій и мѣстами поставлены на голову. По мнѣнію Студеиза¹⁾, послѣ изверженія, имѣвшаго мѣсто въ эпоху не позднѣе плейстоцена, и сформирования вулкана, вся мѣстность потерпѣла сильную дислокацію, смявшую и передвинувшую какъ вулканическія, такъ и осадочныя породы и создавшую это сложное образованіе.

Что касается сѣвернаго склона южной гряды, то во многихъ мѣстахъ отъ общей массы отдѣлены менѣе значительныя массивы, причемъ между ними и собственно Яйлой находятся долины, имѣющія въ общемъ тѣ же простиранія, какъ и самъ хребтъ.

¹⁾ А. О. Студеизъ. Гора Карадагъ въ Крыму и ея геологическое прошлое. Записки Крымскаго Общества Естествоиспытателей, 1911 г.

Вторая съ юга горная гряда отдѣляется отъ южной продольной долиной, имѣющей отъ 15 до 20 верстъ ширины, и достигаетъ отъ 450 до 575 м. высоты. Направленіе этой гряды: Инкерманъ—Мангупъ—Кале—Карасубазаръ—Оеодосія. Породы, слагающія ее, а также дно продольной долины и отдѣльныя островныя горы, возвышающіяся по этой долинѣ, относятся преимущественно къ мѣловой системѣ, причемъ нижніе горизонты сложены изъ известняковъ, песчаниковъ, конгломератовъ, сырыхъ глинъ и мергелей, а верхніе изъ мѣловыхъ, твердыхъ, но легко поддающихся обработкѣ известняковъ, образующихъ нависшіе карнизы, изъ-подъ которыхъ выходятъ на поверхность мергели въ видѣ характерныхъ для этихъ горъ бѣлыхъ осыпей. Въ строеніи второй гряды принимаютъ участіе также нуммулитовыя известняки (въ особенности въ западной части отъ Бахчисарая до Симферополя, а далѣе къ востоку, до Оеодосіи, прерываемыя островами), относящіяся къ эоценовому ярусу третичной системы. Въ верхнихъ известняковыхъ толщахъ второй гряды высѣчены тысячъ пещеръ, служившихъ жилищемъ первобытнымъ обитателямъ Крыма. Пласты второй гряды имѣютъ паденіе также къ С. и С.-З., и она имѣетъ крутой южный и пологій сѣверный склонъ. Рельефъ этого кряжа еще въ большей степени обусловленъ размывомъ, способствовавшимъ образованію глубокихъ и живописныхъ поперечныхъ и диагональных долинъ (р. Бельбека и р. Качи). Благодаря размыву эти гряды распались мѣстами на обособленныя эрозійныя горы (Тене-Кермень, Мангупъ и другія), вершины которыхъ имѣютъ живописный оригинальный видъ, напоминающій развалины замковъ, башенъ и т. д.

Третья горная гряда, имѣющая всего 150—250 м. высоты, отдѣлена отъ второй неширокой (3—4 версты) долиной, по которой проходитъ желѣзная дорога и шоссе въ Севастополь. Гряда эта развита только въ западной половинѣ и близъ Симферополя сливается со второй, образуя одинъ общій обрывъ. Она сложена изъ средне-третичнаго известняка и полого спускается (паденіе 4—5°) къ сѣверу, переходя здѣсь въ горизонтально наклоненную стѣнь. Въ западной части полуострова слабо намѣчена еще четвертая горная гряда, пересѣкаемая рѣками Альмой и Булганакомъ.

Восточная часть Крыма, Керченскій полуостровъ, представляетъ своеобразное строеніе; геологическая исторія и тектоника этой

мѣстности была подробно выяснена Н. И. Андрусовым¹⁾. По рельефу Керченскій полуостровъ можетъ быть раздѣленъ на двѣ части: юго-западную равнинную и сѣверо-восточную холмистую, границу между которыми образуетъ Парапачскій уступъ. Сѣверо-восточная наполнена складками въ видѣ невысокихъ (96—110 м.) кольцеобразныхъ холмовъ съ котловидными долинами между ними, которыя, будучи затоплены на сѣверѣ водами Азовскаго моря, образуютъ „засухи“, солонцы и лиманы. Поднятіе этихъ складокъ относится уже къ пліоценовой эпохѣ, а линія простиранія крыжа указываетъ на его продолженіе на Таманскомъ полуостровѣ.

Своеобразие строенія Керченскаго полуострова усугубляется еще присутствіемъ многочисленныхъ солонъ.

Если тектоника Керченскихъ возвышенностей выяснена съ достаточной полнотой Андрусовымъ и установлена ихъ связь съ Кавказскими горами, то нельзя этого сказать о Крымскихъ горахъ собственно. Несмотря на то, что геологическимъ изслѣдованіемъ здѣсь занимался съ начала XIX вѣка цѣлый рядъ выдающихся геологовъ, общей сводки всего матеріала еще не имѣется, а геологическая карта Крыма, составленная Геологическимъ Комитетомъ, еще не обнародована. Поэтому здѣсь мы въ состояніи дать только общій сжатый очеркъ строенія Крымскихъ горъ на основаніи предварительныхъ сообщеній геологовъ (А. Борисяка, К. фонъ-Фохта, Н. Караваши и другихъ), по порученію Комитета изучавшихъ геологическое строеніе Крыма.

Судя по этимъ сообщеніямъ, главная гряда Крымскихъ горъ представляетъ окрину сложнo-складчатой горной системы, изъ которой при помощи сбросовъ было выкроено Черное море. Прежде предполагавшееся соединеніе Кавказскихъ горъ съ Крымскими черезъ складки Керченскаго полуострова отвергается многими геологами, такъ какъ складки Тамани и Керчи относятся къ болѣе поздней геологической эпохѣ и, къ тому же, послѣднія оказываются свободно на западѣ (въ сѣверо-восточной части полуострова, имѣя простираніе В-З), а въ южной части загнбаются на Ю-З и уходятъ подъ уровень моря.

Продолженіе Крымскихъ горъ на западѣ, по Зюссу, находится

¹⁾ Н. Андрусовъ. Геотектоника Керченскаго полуострова. Матеріалы для геологіи Россіи, т. XV и отдѣльно Сиб. 1893 г. То же въ Запискахъ Новор. Общ. Естествоиспыт. т. IX, вып. I и II; т. XI, вып. II; т. XIV, вып. II.

въ горахъ Мачинъ въ Добруджѣ, гдѣ наблюдается та же послѣдовательность пластовъ, какъ и въ Крыму. Соединительное звено между ними находится въ настоящее время подъ уровнемъ моря, а крутой обрывъ между мысами Эминъ на Балканскомъ полуостровѣ и Сарычемъ въ Крыму, гдѣ дно моря сразу опускается съ глубины 70—80 метр. до глубины 1000—1800 м., соответствуетъ оброу. Сюсъ считаетъ Крымъ и Добруджу за остатки древняго Киммерійскаго нагорья, къ которымъ относится еще нѣсколько мезозойскихъ хребтовъ, расположенныхъ среди болѣе молодыхъ Карпатскихъ горъ ¹⁾).

Сбросами же, происшедшими вдоль южнаго берега, объясняется и крутизна южнаго склона Крымскихъ горъ.

Формированіе ихъ происходило въ нѣсколько пріемовъ, о чемъ свидѣлствуетъ несогласіе въ напластованіяхъ между триасомъ и лейясомъ, между нижней и средней юрой и титонскими известняками, между этими послѣдними и неоксомъ. Горообразующіе процессы въ болѣе слабой степени продолжались и позднѣе, до конца третичнаго періода ²⁾. Сжатіе пластовъ было очень интенсивно, многія складки были опрокинуты и лопаты значительныя горизонтальныя перегибы (шаржажъ).

Современная пластика Крымскихъ горъ, однако, почти до неузнаваемости была видоизмѣнена послѣдующими процессами, отчасти также тектоническими (сбросами и сдвигами), отчасти деструктивными.

Поверхность южной главной гряды подъ угломъ срѣзываетъ горные пласты и представляетъ мѣстами равнину, мѣстами яв-

¹⁾ Süss, Das Antlitz der Erde. III Bd., 2 Hefte, стр. 1—26. Еще раньше Фазр (Étude stratigraphique de la partie sud-ouest de la Crimée, 1877) указалъ, что послѣдовательность напластованій въ Крыму сходна съ такою въ Арменіи и отличается въ нѣкоторомъ отношеніи отъ Кавказа (напр. присутствіемъ пумултового известняка, несогласіемъ напластованій юрскихъ и мѣловыхъ формаций). По мнѣнію Ф. Освальда (F. Oswald, Zur tectonischen Entwicklungsgeschichte des armenischen Hochlandes, Petermanns Mitteilungen 1910, стр. 70—71) Крымъ и Добруджа, Мескійскій краѣ въ Закавказьѣ, а также сѣверная окраина Малой Азіи являются частями *нониической* столовой страны, занимающей нѣкогда мѣсто современнаго Чернаго моря. Сѣверное черноморское побережье Анатолиі, спускающееся къ морю рядомъ ступенчатыхъ сбросовъ, представляетъ южную границу этой столовой страны.

²⁾ Лукаевичъ. Неогляическая жизнь земли, часть III-ья, 1911, стр. 301. Смори также Haug. Traité de géologie, стр. 1127, 1132, 1327, 1570 и 1658—1664.

ляется въ видъ слабо холмистой страны. Происхождение этой вершинной плоскости, на нашъ взглядъ, скорѣе всего можно приписать денудационной дѣятельности воды въ связи съ развитіемъ карстовыхъ процессовъ¹⁾ (смотри. ниже). Благодаря размыву пролегли также изоклинальныя долины, расчленившія Крымскія горы на рядъ параллельныхъ грядъ. Вода прорыла, кромѣ того, глубокия поперечныя ущелья и придала рельефу страны болѣе расчлененный и разнообразный видъ²⁾; при этомъ размывающей дѣятельности воды было заранее предугадано направленіе линіями сдвиговъ и сбросовъ, которыми объясняется обособленіе отдѣльныхъ массивовъ или горетовъ Бабугана, Чатырдага, Демерджи, Караби-яйлы и другихъ и которыми, вообще, обусловлены многія детали строенія нагорья. Меридіональные сдвиги (NNO—SSW), напр. Байдарскій сдвигъ, сдвигъ по линіи Эскибогазы—Лимени, сдвиги Учъ-Кошъ и Авища, изолирующіе отрогъ Никитской яйлы, и многіе другіе имѣли значительныя разгѣры и часто сопровождались крученіемъ передвигающихся толщъ вокругъ вертикальной оси.

Изъ всего изложеннаго вытекаетъ, что въ морфологическомъ отношеніи Крымскія горы должны быть отнесены къ категоріи *остаточно-лыбовыхъ*.

Сдѣлавъ эти общія замѣчанія о строеніи Крымскихъ горъ, обратимся къ болѣе детальному ознакомленію съ характеромъ ландшафта известняковыхъ плато Яйлы. Возьмемся на какой-нибудь

¹⁾ По поводу происхожденія вершинной плоскости яйлы А. Горнякъ замѣчаетъ, что „пока не имѣется достаточно данныхъ, чтобы сказать, представляетъ ли она образцовую поверхность, или же непенелая.“ Извѣстія Геологич. Ком. 1908 г. № 2 стр. 81.

²⁾ Размывающая дѣятельность, весьма интенсивная вслѣдствіе особенностей климата и въ настоящее время, была, безъ сомнѣнія, еще значительно въ диниовальную эпоху. Вопросъ объ оледѣніи Яйлы пока не рѣшенъ. Елю Дюбуа де Монпериѣ обсуждалъ его. Въ послѣднее время были указаны въ нѣкоторыхъ мѣстахъ террасы, матеріалъ которыхъ чрезвычайно напоминаетъ ледниковыя отложения. Напр., съ обѣихъ сторонъ г. Кастель въ главнѣя долины большіе валуны, принесенные сюда за нѣсколько верстъ (съ горы Урага). Есть и другіе факты (напр. переносъ осыпанной гальки юрскихъ породъ далеко къ сѣверу) которые также какъ бы указываютъ на оледѣніе Крымскихъ горъ.

Смотри П. Н. Клединина, Геологическій очеркъ Крыма, въ Путеводителѣ по Крыму, изданіи Крымскаго Общества Естествоиспытателей и Любителей природы. Симф. 1914, стр. 31, а также А. А. Крuberъ, Гидрографія Карста. Сборникъ въ честь Д. И. Амурскаго, стр. 73.

Человѣка въ большинствѣ случаевъ также нозамѣтно среди этой безжизненной пустыни, только изрѣдка мы примѣтимъ медленно передвигающееся подъ охраной злыхъ овчарокъ стадо овецъ и одинокую ветхозавѣтную фигуру чабана, опирающагося на длинный посохъ.

При болѣе внимательномъ ознакомленіи съ Яйлой насъ поразитъ почти полное отсутствіе проточныхъ или скозько-нибудь значительныхъ склоненій стоячихъ водъ. Можно часами бродить по Яйлѣ, не встрѣчая ни одной рѣчки. Источники находятъ только въ лощинахъ и оврагахъ по склонамъ Яйлы, значительно ниже ея вершинной площади. Выпадающіе осадки быстро поглощаются безчисленными трещинами, воронками и зияющими пастинами глубокихъ вертикальныхъ ямъ или естественныхъ шахтъ, и провадятся въ глубину по системѣ подземныхъ ходовъ, пока не достигаютъ непроницаемыхъ породъ. Такимъ образомъ, эрозіонная дѣятельность водъ перемѣщена здѣсь съ поверхности въ глубину. Отсюда отсутствіе расчлененія мѣстности нормальными, имѣющими равномѣрный уклонъ долинами. Эта особенность выступаетъ чрезвычайно рельефно въ томъ случаѣ, если мы имѣемъ возможность одновременно обогрѣвать известняковую поверхность. Яйлы и область, гдѣ развиты глинистые сланцы. На сѣверѣ (если наблюдать съ южнаго обрыва Караби-яйлы) передъ нами разстилается каменистое карстовое плато, на югѣ холмистое предгорье, изрѣзанное дѣлою сѣтью овраговъ. Самое распадѣніе предгорья на рядъ холмовъ свидѣтельствуетъ объ энергичной дѣятельности эрозіонныхъ силъ. Мы видимъ, какъ къ главнымъ консеквентнымъ долинамъ со всѣхъ сторонъ, слѣдуя создавшейся покатости, устремляются боковыя долины, давая въ свою очередь въ стороны отпрыски.

Напротивъ, для поверхности карста характерны замкнутыя впадины или ванны, не имѣющія стока, и представляющія дѣльный рядъ переходовъ отъ небольшихъ воронкообразныхъ или блюдцеобразныхъ углубленій—*„долинъ“* и глубокихъ естественныхъ шахтъ до удлиненныхъ, напоминающихъ рѣчную долину ложбинъ и обширныхъ корытообразныхъ впадинъ—*„юльцевъ“*, днища которыхъ отличаются поразительной ровностью, а боковыя стѣнки представляютъ почти вертикальный обрывъ. Вотъ въ этихъ-то впадинахъ, чаще всего на днѣ воронкокъ, мы находимъ временныя или постоянныя

скопления воды, обусловленные непроницаемостью скопившихся здесь глинистых продуктов разложения известняков. Как ни малы эти озера или лужицы воды, как ни загрязнен ими вода, тем не менее, они являются истинным благоденством для безводной Йилы, представляя единственные места водопоя для пасущегося здесь скота. Быстрое пресачивание атмосферных осадков по трещинам, в связи с растворимостью известняка, обуславливает и другую уже отмеченную нами особенность Йилы—это ее обнаженность, каменистость.

Почти полное отсутствие полевошпатовых пород, главных создателей коры выветривания, и недостаточная мощность глинистых продуктов разложения известняка обуславливают то, что рыхлая порода далеко не прикрывает всей поверхности Йилы. Значительная площадь на первый взгляд кажется совершенно лишенным этого покрова. Такие участки Йилы представляют настоящие каменные безжизненные пустыни (*Steinerne Meere*, как их удачно называют йилцы). С первого взгляда кажется, будто каменный дождь пролился здесь над землей, и под тяжестью своих капель-глыб похоронил все живое. Всмотревшись внимательно в этот каменный хаос, мы увидим, что вся толща горной породы перестычана здесь целой системой глубоких рывин и желобков—*карр*—и распалась на отдельные причудливой формы глыбы. Такие *карровые поля* занимают на Караби-йиле весьма значительные площади, придавая ландшафту дный и пустынный отпечаток. При всем разнообразии в деталях карровых полей удивительно однообразны в целом: одни и те же формы поверхности, одни и те же картины повторяются с удивительным постоянством, что чрезвычайно затрудняет ориентирование. В отношении однообразия, пожалуй, только ландшафты пустынь и тундр с моховыми болотами могут конкурировать с карровыми областями.

Ко всем этим особенностям ландшафта, характерным для карста, надо еще присоединить преобладание крутых склонов, которыми спускаются отдельные поднятия к залегающим у их подножия впадинам и которыми отграничены самые плато Йилы. Немногочисленные рвы, пересекающие это плато или чаще начинающиеся у их окраин, имеют в области известняка глубокие *каньонообразные долины*. Рваность очертаний и обнаженность и

формы поверхности карста, совокупность которых и запечатлѣна въ ея ландшафтѣ. Мы видѣли, что этими характерными особенностями являются карровыя поля, замкнутыя впадины („долины“, естественныя шахты, поля и т. д.), бѣдность расчлененія, обрывистость склоновъ, каньонообразная форма немногихъ существующихъ долинъ. Съ другой стороны, дѣятельность текучей воды, слабая на поверхности карста, проявляется однако въ глубинѣ, и эта глубинная ея работа въ концѣ концовъ сказывается и на поверхности. Поэтому мы должны рассмотреть также процессы пещерообразования и дальнѣйшую судьбу пещеръ. Каждая географическая область переживаетъ далѣе особый свойственный ей циклъ развитія, ходъ этой эволюціи видоизмѣняется въ зависимости отъ слагающихъ данную мѣстность горныхъ породъ, поэтому нашей дальнѣйшей задачей должна быть попытка набросать хотя бы въ общихъ чертахъ циклъ развитія карста.

II.

Карровыя поля.¹⁾

Рассмотрѣніе формъ рельефа, свойственныхъ карсту, мы начнемъ съ карровыхъ полей, такъ какъ каррообразование является наиболѣе характерной особенностью по крайней мѣрѣ средиземноморскаго типа карста, и карры представляютъ, какъ мы это попытаемся доказать въ дальнѣйшемъ изложеніи, элементарную основную форму рельефа, изъ которой путемъ дальнѣйшаго преобразования получаются и остальные отрицательныя формы рельефа, какъ-то „долины“, увала²⁾, естественныя шахты и даже до известной степени поля.

Карровыя образования—это первое, что бросается въ глаза всякому туристу, посѣщающему вершинную площадь Крымской Айлы. Правда, онѣ представляютъ здѣсь довольно многочисленные

¹⁾ Въ альпійской литературѣ употребляется также терминъ *Schraffen*; во Франціи ихъ называютъ *lapiaz*, *lapifs* (Юра), *gasles* (Французскіе Альпы).

²⁾ Подъ этимъ названіемъ Цайцъ разумѣетъ удлиненныя возвышенія отъ слиянія нѣсколькихъ воронкообразныхъ впадинъ и представляющія переходъ къ полямъ. См. *Смоліи* I. *Cvijić*, *Bildung und Dislocierung des Dinarischen Gebirges*. *Petermanns Mittheilungen*, 55 Band 1909. VI, VII и VIII. Онъ же, *Morphologische und glaziale Studien aus Bosnien*. *Abhandl. der geographischen Gesellschaft in Wien* 1901. Bd. II и III.

видоизмѣненіи, но полное отсутствіе карръ на сколько-нибудь значительныхъ протяженіяхъ мы встрѣчаемъ очень рѣдко. Особенно дикія карровыя поля занимаютъ центральную и восточную часть яйлы Караби, а также значительныя площади второй средней террасы Чатырдага. Многіе участки Караби-яйлы представляютъ въ буквальномъ смыслѣ дикое каменное поле, лишенное всякой растительности, если не считать одинокихъ деревцевъ граба и вяза, какими-то судьбами ухитрившихся вырасти на голомъ камнѣ, однако почти исключительно на склонахъ воронокъ; да на днѣ этихъ послѣднихъ иногда имѣется скудная травянистая растительность. (Смотри рисунокъ стр. 16). Здѣсь карры бороздятъ склоны воронокъ, покрываютъ всѣ промежуточные между воронками пространства. На отвѣсныхъ стѣнкахъ естественныхъ пахтъ мы находимъ также правильныя параллельныя рытвины, которыя не разъ уже сравнивались съ желобообразными каналами дорическихъ колоннъ ¹⁾. (Смотри рисунокъ стр. 89). Если на склонахъ воронокъ иногда наблюдается параллельное расположеніе рытвинъ и раздѣляющихъ ихъ стѣнокъ, то на всемъ остальномъ пространствѣ трудно бываетъ усмотрѣть какую-нибудь правильность въ направленіи карръ. Онѣ расходятся часто въ разныя стороны отъ болѣе возвышеннаго пункта мѣстности; однѣ рытвины пересѣкаютъ другія или сходятся съ другими; кромѣ того, представляютъ такое разнообразіе формъ, что положительно невозможно провести ихъ классификацію. Въ одномъ мѣстѣ мы видимъ глубокіе, какъ бы ножомъ произведенные вѣзъ въ горную породу, раздѣленные другъ отъ друга довольно широкими полосами неповрежденной горной породы, въ другомъ карровыя рытвины такъ близко расположены другъ къ другу, что раздѣляющія ихъ стѣнки представляютъ тонкія, заостряющіяся сверху пластинки, въ третьемъ расположеніе рытвинъ такъ причудливо, что вся горная порода распадается на хаосъ самой разнообразной формы обломковъ-глыбъ. Не всегда однако можно говорить о рытвинахъ, во многихъ случаяхъ мы имѣемъ здѣсь дѣло съ небольшими трещинами, углубленными въ горную породу, или

¹⁾ Keller. Bemerkungen über Karren oder Schratzen in den Kalkgebirgen. Neujahrsblatt der Züricher Naturforschender Gesellschaft auf das Jahr 1840, XLII. Ratzel. Ueber Karrenfelder im Jura und Verwandtes. Dekanatschrift, 1891. Онь же. Земля и жизнь т. I, стр. 552.

яйлах и притоке на ограниченных пространствах. Так, мнѣ пришлось наблюдать ограниченные участки диких карровых полей на яйлах между Мерденомъ и Лименами, но здѣсь обширныя воронки и удлиненные ложбинки съ задерживающимъ дномъ и съ настоящими лѣсочками на склонахъ прерываютъ эти карровыя поля. На Бабуганѣ только отдѣльные известняковыя массивы, поднимающіеся надъ ровной поверхностью остальной яйлы, обнаруживаютъ на своихъ склонахъ рѣзко выраженные барры. Другой типъ карровыхъ образований мы находимъ на довольно крутыхъ склонахъ, напр., на сѣверномъ склонѣ Чатырдага, на пути отъ пещеръ къ Аякскому источнику, на юго-западномъ склонѣ Караби-яйлы, на склонахъ вершинныхъ поднятій Бабугана (впрочемъ здѣсь далеко не вездѣ) и въ болѣе ограниченномъ распространѣніи въ нѣкоторыхъ другихъ мѣстахъ. Здѣсь распространены наиболѣе типичныя, чаще всего описываемыя барры. Это рядъ очень глубокихъ болѣе или менѣе параллельныхъ, но въ дѣйствительности въ концѣ концовъ все-таки сходящихся другъ съ другомъ рывинъ или каналовъ. Въ случаѣ особеннаго правильнаго расположенія этихъ рывинъ мѣстность представляется какъ бы изборозженной гигантской бороной. Чаще, впрочемъ, и здѣсь (например, на сѣверномъ склонѣ Чатырдага на отдѣльныхъ поднятіяхъ Бабугана), на ряду съ продольными параллельными склопу рывинами, встрѣчаются также и поперечныя, болѣе короткія, но столь же глубокія, и въ такихъ мѣстахъ карровое поле очень напоминаетъ ледопадъ.

Заканчивая разсмотрѣніе этихъ двухъ типовъ карровыхъ образований, необходимо отмѣтить, что во многихъ случаяхъ невольно напрашивается на умъ нѣкоторая связь между каррами и трещинами, какъ дислокаціоннаго характера, такъ и трещинами, происходящими въ силу процессовъ динамоморфизма, механическаго выветриванія и т. д. На отвѣсныхъ известняковыхъ стѣнкахъ мы очень часто видимъ, что расположеніе карровыхъ рывинъ совпадаетъ съ трещинами отдѣльности. Это въ сущности и понятно: стекающія отъ таинія снѣговъ или послѣ дождя воды естественно воспользовались уже предуготованными углубленіями. Но гдѣ дѣйствительно намъ пришлось наблюдать весьма ясно замѣченную связь каррообразования съ дислокационными трещинами, — это вѣдь Крымъ, — на горномъ массивѣ Ара-

вѣроятно, и большей, такъ какъ набившіеся въ дѣлѣ снѣгъ не даетъ возможности опредѣлить точно глубину, проходить болѣе узкія и болѣе поверхностныя поперечныя трещины, имѣющія характеръ карровыхъ рывинъ; вся поверхность въ планѣ получаетъ видъ города съ перевернувающимися подъ прямымъ угломъ улицами изъ снѣга. Подобный же типъ карровыхъ образованій былъ описанъ Е. Мартелемъ въ *Oucane de Chabrières (Hautes Alpes)* ¹⁾. Мартель, на ряду съ механической и химической эрозіей снѣговыхъ и дождевыхъ водъ, приписываетъ выработку этихъ рывинъ дѣйствию подледниковыхъ водъ, что, конечно, допустимо, но не является, на нашъ взглядъ, обязательнымъ, такъ какъ и при современныхъ условіяхъ химической эрозіи снѣговыхъ массъ, сохраняющихся здѣсь въ углубленіяхъ рельефа и въ затѣненныхъ мѣстахъ круглый годъ, вполне достаточно, чтобы получились подобныя карровыя образованія. Явственные слѣды пребыванія ледниковъ въ окрестностяхъ *Oucane de Chabrières* еще не могутъ служить доводомъ въ пользу участія ледниковъ въ образованіи нарръ, такъ какъ ихъ выработка могла начаться и позднѣе, уже послѣ отступленія ледника.

На кремнистыхъ известнякахъ Арабии мы можемъ прослѣдить также влияние химическаго состава горной породы на ходъ вывѣтриванія. Такъ, мы не наблюдаемъ здѣсь столь типичныхъ для крымскихъ яйлъ, дыръ на поверхности известняка, промѣ того карровыя рывины здѣсь очерчены болѣе рѣзко, накладываются въ большемъ соотвѣтствіи съ основными чертами тектоники, но вато онѣ здѣсь встрѣчаются далеко не въ такомъ изобиліи. Такихъ дынныхъ карровыхъ полей, такихъ каменистыхъ пустынь, какъ въ яйлахъ Чатырдага или Караби, мы здѣсь не встрѣчаемъ на сколько-нибудь значительномъ пространствѣ. Вліяніе состава горной породы на образованіе карровъ отмѣчалось многими авторами неоднократно, причемъ было выяснено, что наиболѣе типично выраженные карры встрѣчаются въ болѣе чистыхъ известнякахъ.

То же самое необходимо отмѣтить и для карровъ Крымскихъ яйлъ. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ известняки мергелисты, тамъ мы не встрѣчаемъ такихъ извѣданныхъ каррами поверхностей, и карры представляютъ другой типъ. Такъ, на поверхности Яйлы къ востоку

¹⁾ E. A. Martel. Sur l'Oucane de Chabrières (Hautes Alpes) et l'origine des lapiaz (Compt. Rendus Ac. Sc. T. 16 août 1904 г. et La Nature 1906 г.). См. также Haug. Traité de géologie, t. I. p. 396—397.

отъ Ай-Петри массивные известняки постепенно разслаиваются и переходятъ сначала въ мощную свиту слоистыхъ плотныхъ слѣрыхъ известняковъ, переслаивающихся съ глинистыми мергелями, а еще далѣе на востокъ эта толща переходитъ въ тонкослоистые мергелястые известняки ¹⁾. И дѣйствительно, въ этомъ участкѣ Яйлы (1) между вершиной Ай-Петри и скалой Пішкю, 2) на пути отъ Ай-Петри къ вершинѣ Беденекуръ, 3) на пространствѣ Яйлы къ востоку отъ Ай-Петри до спуска надъ Ялтой) карровыя образования представляютъ иной типъ. Въ большинствѣ случаевъ здѣсь нѣтъ такихъ глубокихъ рывинъ, какія были описаны для карровыхъ полей; рывины здѣсь заполнены глиной, представляющей результатъ вывѣтриванія известняковъ и дающей возможность укорениться довольно обильной травянистой растительности; карровые гребни какъ бы тонутъ среди глинистыхъ массъ и дерновинъ. Острыя ребра подверглись вывѣтриванію и притуплены, вообще отсутствуютъ рѣзкія очертанія. Зато здѣсь чаще встрѣчаются обособленные глыбы горной породы, получившія вслѣдствіе вывѣтриванія крайне причудливый видъ, а также обломки известняка, совершенно отдѣлившіеся отъ материнской породы и напоминающіе пожелтѣвшія отъ непогоды кости павшихъ животныхъ. Присматриваясь ближе къ этимъ ²⁾ валяющимся всюду камнямъ, мы увидимъ, что края ихъ то тупые, то заостренные, какъ бы плѣдшие кислотой. Общій характеръ такой известняковой поверхности гораздо ровнѣе, удобнѣе для передвиженія какъ пѣшехода, такъ и всадника. Вся поверхность кажется издали матово-зеленой, и на этомъ основномъ фонѣ выступаютъ только невысокіе изжелта-бѣлые гребни карровъ да кое-гдѣ валяющіеся куски известняка. Это, такъ сказать, карровое поле въ періодъ его угасающаго. Значительную роль въ преобразованіи каррового поля здѣсь несомнѣнно сыграла растительность, но основнымъ моментомъ, обусловившимъ иной характеръ каррообразования, надо признать измѣненіе химическаго состава известняковъ. Такой типъ карровыхъ поверхностей въ періодъ ихъ угасающаго является на крымскихъ Яйлахъ едва ли не самымъ распространеннымъ. Его мы встрѣчаемъ на

¹⁾ Предварительный отчетъ объ исследованияхъ, произведенныхъ А. Борискомъ. Изв. Геолог. Ком. 1908 г. № 2, стр. 79.

²⁾ Ратцель ихъ называетъ „карровыми“ камнями. Ratzel, Ueber Karrenfelder im Jura und Verwandtes, Dekanatschrift 1891.

сь чистыми известняками. Такъ, для Бабугана Н. Каракантъ ¹⁾ отмѣчаетъ, что породы, слагающія собой яйлу, не выражены исключительно плотными известняками, а на поверхности (за исключеніемъ верхняго уступа) обнажается песчанистый известнякъ; для Долгоруковской яйлы, Тырсе и Замана В. Цебриковъ отмѣчаетъ ²⁾, что кромѣ известняковъ здѣсь встрѣчаются значительныя площади песчаниковъ и конгломератовъ; что же касается до сѣверо-западной части Караби-яйлы, то здѣсь по своимъ наблюденіямъ развиты мергилстые слоистые известняки ³⁾. Въ общихъ чертахъ эти выводы подтверждаются и анализами образцовъ горныхъ породъ Яйлы, произведенными Центральной химической лабораторіей Министерства Финансовъ въ Москвѣ, какъ это видно изъ приводимой таблицы.

Мѣсто, откуда взять образецъ.	CaCO ₃	MgCO ₃	Al ₂ O ₃ и Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Нераств. въ кислот. остатокъ.	Вода.
№ 1. Караби-яйла центральная часть, обильная воронками.....	99,3	—	0,3	—	0,3	—
№ 2. Никитская яйла	77	Окислы	3	0,6	18,3	0,7
№ 3. При переходѣ съ Никитской яйлы на Бабуганъ, близъ Гурзуфскаго сѣла.....	72,7	Слѣды.	0,3	0,8	22,3	0,7
№ 4. Бабуганъ, у Романъ-Кона ..	96,7	Слѣды.	0,4	0,2	2,1	—
№ 5. Долгоруковская яйла, близъ пещеры Казаль-хоба	96,6	—	1,1	0,1	2,1	—
№ 6. Чатырдагъ (верхняя терраса)	99,3	—	0,2	—	0,1	—
№ 7. Чатырдагъ, та же	99,3	—	0,2	—	0,5	—
№ 8. Ай-Петри	98,4	—	0,16	—	0,4	0,2
№ 9. Ай-Петри	98,9	—	0,1	—	1	—

Мы видимъ, что въ участкахъ Яйлы, гдѣ развиты барры (центральная часть Караби-яйлы, Чатырдагъ) представлены чистые

¹⁾ Изв. Геологич. Комит. 1907 г. № 1—2.

²⁾ Изв. Геологич. Комит. 1902 г. № 2, отчетъ В. Цебрикова.

³⁾ Крузеръ, Изъ лѣтнихъ странствованій по Яйлѣ. Землеустройство 1911 г. кн. I—II, стр. 189.

известняки, напротив того, на Никитской яйлѣ, Бабуганѣ и на Долгоруковской яйлѣ, гдѣ известняки содержатъ значительное количество примѣсей, Al_2O_3 и въ особенности SiO_2 (неразложимый въ кислотахъ остатокъ долженъ быть, главнымъ образомъ, отнесенъ на счетъ SiO_2) карры находятся въ стадіи угасапія. Наибольшую примѣсь кремневой кислоты содержатъ известняки Никитской яйлы, въ пробѣ № 2 значительно также содержаніе глинозема. Къ сожалѣнію, у меня не оказалось образца горной породы съ сѣверо-западной части Караби-яйлы, такъ что о причинахъ угасапія карры въ этой части Яйлы можно судить только косвенно, по указаніямъ Цебрикова для Тирже и южнѣ наблюденіямъ на мѣстѣ.

Вольное содержаніе глинистыхъ частицъ въ известнякахъ Никитской и сѣв.-зап. части Караби-яйлы не дало здѣсь развитія въ сколько-нибудь значительныхъ размѣрахъ каррамъ; карровыя рѣтины были погребены подъ глинистой толщей и въ концѣ-концовъ почти вся поверхность была задержана, такъ какъ образованіе глинистыхъ толщъ весьма способствовало развитію растительнаго покрова. Такимъ образомъ, составъ горной породы здѣсь былъ одной изъ причинъ, обусловившихъ горизонтальность, равнинность этой части Караби-яйлы, представляющую резительный контрастъ съ поверхностью той же яйлы въ центральной и восточныхъ частяхъ.

Чтобы закончить разсмотрѣніе типовъ карровыхъ образованій на крымскихъ яйлахъ, мы скажемъ еще нѣсколько словъ о каррахъ среди лѣса. Такіе обтѣсненные участки карровой поверхности наблюдались нами неоднократно, и въ наиболѣе типичной формѣ, на подъемѣ на Яйлу изъ Байдарской долины черезъ деревню Узунджи въ Мордвиновскомъ лѣсу, и при спускѣ съ Бабуган-яйлы въ Космодемьяновскому монастырю, среди букового лѣса. Здѣсь карровая поверхность, напоминая въ общемъ предыдущій типъ, представляется однако наиболѣе причудливыя формы. Изъ общей массы породы здѣсь отпрежарованы отдѣльныя глыбы, въ видѣ какихъ-то надгробныхъ памятниковъ, острокопеченныхъ пирамидъ, причудливыхъ образованій, напоминающихъ человѣческія фигуры ¹⁾. Промежуточные пространства между этими глы-

¹⁾ Укажемъ кстати, что и при химическомъ выщелачиваніи доломитовыхъ толщъ, судя по извѣстной литературѣ и фотографіямъ, получаются такія причудливыя фигуры, напоминающія нѣсколько („nivee pénitente“) сѣнъ каменъ на Андахъ²⁾. Смотри E. Martoune, *Traité de géographie*, Planché XIV, 2.

олупкахъ вся поверхность какъ бы покрыта каменнымъ дождемъ изъ мелкихъ обломковъ известняка. Въ этомъ случаѣ едва ли возможно называть такія поверхности карровыми. Но, съ другой стороны, и здѣсь мы имѣемъ полный рядъ переходовъ отъ тихично развѣтыхъ карръ къ такимъ усыпаннымъ обломками поверхностей.

Разсмотрѣніе каррообразованія на крымскихъ ялахъ и зависимость типовъ карръ отъ химическаго состава породы и растительности приводитъ къ заключенію, что *образованіе ихъ обусловливается, главнымъ образомъ, коррозіей, т.-е. химическимъ выщелачиваніемъ известковыхъ толщъ.*

Литература о каррахъ весьма обильна и, послѣ исчерпывающаго разсмотрѣнія и сопоставленія данныхъ этой литературы Максомъ Эккертомъ въ его сочиненіи ¹⁾ „Das Karrenproblem, Die Geschichte seiner Lösung, Leipzig, 1896, было бы съ нашей стороны совершенно излишнимъ трудомъ подробно излагать исторію вопроса.

Къ концу XVIII вѣка большинство авторовъ, писавшихъ о каррахъ, образованіе ихъ приписывали механической эрозіи воды, но уже съ первой половины XIX столѣтія мнѣнія на этотъ счетъ раздѣлились ²⁾. Тогда какъ одни изсѣдователи (Keller, Agassiz, Kohl, въ первую половину своей научной дѣятельности также профессоръ Simonу, въ болѣе близкое къ намъ время Фр. Ратцель ³⁾ и Катцгеръ ⁴⁾) на первый планъ выдвигаютъ механическую эрозію, — другіе считаютъ карры исключительно результатомъ химической эрозіи (коррозіи) (Escher, Schlagintweit, Zippe, Boué, Zittel, Becker, Christ, Fugger, von Mojsisowics, Heim, въ болѣе близкое къ намъ

¹⁾ Стоитъ также Max Eckert. Das Gottessackerplateau, ein Karrenfeld im Allgäu (Wissenschaft. Hefte des. D. u. Ost. Alp. Vereines, Innsbruck. 1902 г. и въ Zeitschrift des D. u. Ost. Alpenvereines, 1900 г.)

²⁾ Общую трудность, поставленную образованіемъ карровъ, сдѣлавъ на основаніи вышеуказанныхъ работъ Макса Эккерта, и перечень ихъ дополнить лямъ болѣе новыми работами, относительно которыхъ сдѣланы соответствующія литературныя ссылки.

³⁾ Ratzel, loc. cit.

⁴⁾ Katzer, Karst und Karsthydrographie стр. 13. Въ особенности карровъ доказываетъ, „dass sie mechanischen Ursprungs sind und durch die Spülwirkung des auffallenden und abströmenden Wassers entstehen“.

время Schardt, Cvijic, Crammer ¹⁾, Penck ²⁾, Hassert ³⁾, Grund ⁴⁾, Chaix ⁵⁾, Haug ⁶⁾ и другие).

Наконец многие изследователи допускают при образовании карр участие обоих родов эрозий—химической и механической (Studer, Charpentier, Desor, Tschudi, отчасти Waltenberger, Sonclar, Kraus, затѣмъ М. Eckert, A. Martel ⁷⁾ и другие).

Изъ болѣе старыхъ работъ о каррахъ наиболее цѣнными являются работы Келлера ⁸⁾ (1840 г.), у котораго находимъ и детальное описаніе различныхъ типовъ карровыхъ образований, и Гейма ⁹⁾, котораго можно считать однимъ изъ наиболее выдающихся защитниковъ исключительно химической эрозии, каковымъ въ настоящее время является также IIIз.

Впервые въ 1882 году Христъ (Christ) ¹⁰⁾ обратилъ вниманіе на

¹⁾ Crammer. Karren und Dolinen der Uebergossenen Alm (Peter. Mitt. 1902 г. стр. 9).

²⁾ A. Penck. Über das Karstphänomen; смъ же. Das Land Berchtesgaden., Zeitschrift. des D. und Ost. Alpenvereines, 1885, стр. 258.

³⁾ K. Hassert. Beiträge zur physischen Geographie von Montenegro. Peterm. Mitt. Ergänzungsheft. № 115. стр. 81. „Die Schraffen verdanken ihren Umrang also zweifelsohne der chemischen auflösenden Eigenschaft der Schneedecke, sowie der Thätigkeit des abrinrenden und von den Gras und Moospolstern festgehaltenen Schmelzwassers“...

⁴⁾ A. Grund. Die Karsthydrographie. Geographische Abhandlungen, herausgegeben von Prof. Alf. Penck in Wien, Band VII. Heft 3, въ особенности статьи Nochmals zur Morphologie des Dinarischen Gebirges, Peterm. Mitt. 1912 г., 2 Hefte, стр. 204.

⁵⁾ E. Chaix. Contribution à l'étude des Lapias. Le Silbern (Schwytz); Le Globe, Genève, juin 1905 г. „Le lapic..... dû à l'action dissolvante chimique de l'eau acidulée et non à son travail mécanique“.

⁶⁾ Haug. Traité de géologie, стр. 393.

⁷⁾ E. A. Martel: 1) Sur l'origine des lapias (Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences de Paris, 15 déc. 1902 г.) 2) L'Oucane de Chabrières (Hautes Alpes) et l'origine des lapias; La Nature 1905 г.; 3) Spelunca r. VI. (La spéléologie au XX siècle) стр. 550; 4), а также въ другихъ работахъ борбе общаго характера.

⁸⁾ Keller., Bemerkungen über Karren oder Schraffen (romanisch Lapias) in den Kalkgebirgen. Neujahrsblatt der Züricher Naturforschenden Gesellschaft auf das Jahr 1840.

⁹⁾ Heim. 1) Einiges über Verwitterungsformen der Berge. Neujahrsblätter der Züricher. Natur. Gesellsch. auf das Jahr. 1874. 2) Über die Verwitterung im Gebirge, V. Bd. 5. Hef. der. oftent. Vorträge gehalten in der Schweiz. Basel 1879; 3) Über die Karrenfelder, Jahrbuch d. Schw. Ac. 1877/1878. 4) Handbuch der Gletscherkunde, 1885 г.

¹⁰⁾ Christ, Das Pflanzenleben der Schweiz, Zürich 1882.

роль разлагающейся растительности и гумуса при каррообразовании, и эти идеи были впоследствии развиты Беккером, Дюпарком, Леруа (Le Royer), Эккертом и Ша¹⁾. Беккер²⁾, Мартель³⁾, Эккерт и другие указали на влияние тектонических трещин и трещин выветривания на каррообразование; наконец, Гейм, Фуггер⁴⁾, Эккерт, Мартонни⁵⁾ и в особенности Цвиц⁶⁾ — на влияние состава горной породы на образование карр.

Но различие во взглядах не ограничивается тем, считают ли карры за результат химической (коррозия) или механической эрозии воды, но распространяются и на те агенты, которые вызывают каррообразование. Тогда как большинство исследователей, по крайней мере в настоящее время, полагают, что выработка карр происходит вследствие действия на известняки атмосферных осадков (дождя, в особенности снега, а отчасти и росы) и допускают каррообразование при современных условиях, другие, во главе с Фр. Симони, выработку карр приписывают исключительно эрозии падающих ледниковых вод, причём карровые поверхности, находящиеся вне предельных колебаний современных ледников, ставят в связь с ледниками дилувияльной эпохи, так что для защитников этой последней теории процесс каррообразования является в большинстве случаев законченным.

Кромѣ Агассида и Симони, этого же взгляда придерживались

¹⁾ Max Eckert. Das Göttesackerplateau, ein Karrenfeld in Algau; Wissenschaft. Heft des D. u. Ost. Alpen-Vereins 1902; а также замѣтка Мартеля в La spéléologie au xx siècle стр. 550.

²⁾ Becker. Die Karrenfelder des Exkursionsgebietes; Jahrbuch des Schweizer Alpenklubs. XIII, 1873.

³⁾ E. A. Martel. Sur l'Oucame de Chablères... loc. cit.

⁴⁾ Fugger. Der Untersberg. Wissenschaft, Beobachtungen und Studien, Zeitschrift d. D. u. Ost. Alpen-Vereins XI, 1880, стр. 176—191.

⁵⁾ E. de Martonne. Traité de géographie стр. 473—479.

⁶⁾ Cvijić. Das Karstphänomen.

⁷⁾ Такъ, Симони говоритъ, что „карры произошли вследствие водѣйствія тапыхъ водъ ледниковъ, нѣвшихъ прежде значительно большее распространѣнiе; при этомъ выработка карр способствовали также ледниковые наносы, передвигаемые этими водами“ (Einfluss der schneeführenden Wassera des Gletschers); каліе: „Die Karren sehr hohen Alters sind, und ihre Bildung überhaupt der vorgeschichtlichen Zeit angehört“; см. Max. Eckert. Das Karrenproblem, стр. 370 и 371.

Шарпантие, Коль, Шаубахъ, Реневи (Renévier), Фаври, а въ болѣе близкое намъ время Ратцель ¹⁾ и Катцеръ ²⁾.

Несмотря на то, что ледниковая теорія образованія карръ подерживалась весьма авторитетными учеными и до сихъ поръ еще находить защитниковъ, ее нужно считать совершенно несостоятельной. Это было вполне очевидно доказано работами Гейма, котораго нужно считать однимъ изъ наиболѣе авторитетныхъ авторовъ по вопросу о каррахъ ³⁾, и подтверждено работами послѣдующихъ изслѣдователей.

Прежде всего карры были констатированы въ мѣстностяхъ, которыя никогда не подвергались оледенѣнью, и даже на уровнѣ моря. Геймомъ было указано, что дѣятельность ледника скорѣе враждебна каррообразованію, причемъ, если подъ ледникомъ оказывается поверхность, покрытая каррами, то карры подвергаются переработкѣ со стороны ледниковой эрозіи. Съ другой стороны, существуютъ факты, позволяющіе заключить, что карры образовались позднѣе, уже послѣ отступленія ледника и на поверхностяхъ, предварительно сглаженных ледникомъ. Вообще каррообразованіе—процессъ продолжающійся и на нашихъ глазахъ, какъ объ этомъ свидѣлствуютъ глыбы въ каменоломняхъ, изборозженные каррами, и выработка карръ на искусственныхъ сооруженіяхъ. Факты, свидѣлствующие противъ непремѣнной связи ледниковъ и карровъ, настолько многочисленны, что приходится только удивляться, какъ эта ледниковая теорія можетъ вновь и вновь всплывать на поверхность.

¹⁾ Ratzel. Über Karrenfelder im Jura und Verwandtes. Dekanatschrift. Leipzig. 1881. Ратцель видитъ въ каррахъ рѣдкій примѣръ распространенной на обширныхъ площадяхъ „диффузной эрозіи“. Далѣе онъ говоритъ: „Jede Wasserform der Erde bietet ein Abbild der in ihrer Gestaltung thätigen Wassermasse. Die Karren zeigen Wasserformen die durch steil oft rechtwinklig auffallendes Wasser entstanden sind, das in zahlreiche Bäche und Bächlein vertheilt seinen Weg zur Erde fand“. Противъ выработки карровъ коррозіей Ратцель приводитъ слѣдующіе доводы: 1) своеобразная приуроченность карровыхъ полей къ определенной высотѣ, 2) присутствіе на карровыхъ площадяхъ глубокихъ котловинъ и естественныхъ ямъ, 3) независимость направленія карровыхъ рытвинъ отъ склона, 4) взаимное пересѣченіе рытвинъ, 5) заостреніе карровыхъ ребръ, говорящее противъ усиленія эрозіи съ глубиною.

²⁾ Katzer, Karst und Karsthydrographie, Saragovo. 1907, стр. 12—14, повторяетъ въ сущности то же, что было сказано его предшественниками.

³⁾ См. въ особенности работу Гейма: Über die Karrenfelder, въ Jahrbuch des Schweizer Alpenvereines.

На наш взгляд при выработке карровъ главную роль играет коррозия. Въ пользу этого говорить: 1) грубость (шероховатость) карровыхъ поверхностей и карровыхъ образований; 2) возможность каррообразования на почти ровныхъ горизонтальныхъ площадяхъ; наблюдаемая иногда независимость рытвинъ отъ направленія склона; 3) до нѣкоторой степени также приуроченность карровъ къ трещинамъ (дислокационнымъ и трещинамъ отдѣльности) 4), а главнымъ образомъ, зависимость процесса каррообразования отъ химическаго состава горной породы. Мы видѣли, что въ доломитахъ, мергелистыхъ или кремнистыхъ известнякахъ, въ зависимости отъ пригнѣсшей имъ веществъ къ углекислому кальцію, получаютъ нѣсколько иныхъ формы вывѣтриванія, и что значительная пригнѣс. глины даже влечетъ за собой быструю остановку каррообразования, причемъ карры какъ бы тонутъ среди рыхлыхъ продуктовъ вывѣтриванія. 5) Указанное нами и многими другими исследователями влияние растительности и гумуса на особенности карровъ свѣдѣтельствуе также въ пользу преобладающей роли коррозии. Подъ воздействием гумусовыхъ кислотъ процессъ вывѣтриванія протекаетъ быстрее, получаютъ спеціальныя формы вывѣтриванія; въ концѣ концовъ, роль растительности сводится къ тому, что карровыя поля теряютъ свою типичность, и гребни карровъ распадаются на отдѣльные глыбы и обломки, такъ называемые „карровые камни“ ¹⁾. 6) Наконецъ, присутствіе на поверхности еще не поврежденной горной породы миниатюрныхъ дыръ (иногда въ какой-нибудь сантиметръ въ діаметрѣ), чаще всего круглыхъ или бисекватообразныхъ, а также небольшихъ змѣеобразныхъ углубленій (рытвинъ) инымъ образомъ не можетъ быть приписано выверливающей механической дѣятельности воды, падающей сверху, какъ это утверждаютъ Симони, Ратцель и Катцель. Надо имѣть въ виду, что отъ этихъ миниатюрныхъ дыръ наблюдается цѣлый рядъ переходовъ къ котловинкамъ и воронкамъ болѣе обширныхъ размѣровъ, такъ что и этимъ послѣднимъ надо приписать подобное же

¹⁾ Несомненно, что распадѣніе карровыхъ гребней на отдѣльные обломки происходитъ и подъ влияніемъ механическаго вывѣтриванія (колебанія температуры, замерзаніе и таяніе), причемъ благодаря этому процессу карровыя поля превращаются въ щебенныя поверхности, какъ это мы наблюдали во многихъ мѣстахъ, напр. на Бабуганѣ близъ горы Кунъ-каа, около Бейтекине, на Лѣнѣ надъ Кикененомъ и т. д.

происхождение. До некоторой степени и экспериментально можно доказать преобладающую роль химического выветривания, подвергая гладкую и ровную поверхность известковой глыбы действию крепкого раствора какой-либо кислоты. Получающиеся при этом формы выветривания в зависимости от условий эксперимента (горизонтальности или большого или меньшего наклона глыбы), напоминают различные типы карров. Что при эксперименте достигается быстро благодаря крепости раствора, то же достигается в природе благодаря массе растворителя и продолжительности процесса ¹⁾.

Это последнее обстоятельство (продолжительность процесса) приводит нас к рассмотрению роли снега в процессе каррообразования. Весьма многие исследователи указывали на приуроченность карров к определенной высоте, именно к области, непосредственно примыкающей к границе вѣчного снега и фирна. Так, в Альпах, по Гейму, карры представлены преимущественно на высотах между 1900—2500 метр., по Эккерту между 1600—2300 метр., по Пенку на высотах превышающих 1700 метр. Если признать эти наблюдения и наолнѣ точными, то все таки приуроченность карров к области вѣчного снега и фирна нельзя распространять на карры вообще, так как мы встречаем карровые образования на уровнях значительно болѣе низких. Но в данномъ случаѣ важна не граница вѣчного снега, а болѣе или менѣе значительная продолжительность сплошного или разорванного снегового покрова в той или другой мѣстности. Идею о преимущественномъ передъ другими атмосферными осадками влияніи снега в процессѣ каррообразования мы находимъ в трудахъ Гейма, а также у Шардта ²⁾ (Schardt), Ша (Chaix) ³⁾, Гассерта ⁴⁾ и у Пенка ⁵⁾.

¹⁾ Сравн. Stanislas Meunier, Spéologie expérimentale. La reproduction artificielle des cavernes et des avens. La spéléologie au XX siècle, стр. 368.

²⁾ Schardt, Etudes géologiques sur le Pays d'Enhaut, Vaudots; Bulletin de la Société Vaudoise des sciences naturelles, Vol. XX, N° 90 1884, стр. 363: „Les lapides se trouvent toujours à la limite des neiges éternelles, ou plutôt un peu en dessous de celle-ci, aux lieux où la neige séjourne pendant une grande partie de l'année. L'eau n'y exerce presque aucune action mécanique, elle n'a qu'une action dissolvante“.

³⁾ Chaix, loc. cit.

⁴⁾ Hassert, loc. cit.

⁵⁾ Хотя Пенк в своемъ трудѣ Morphologie der Erdoberfläche приписываетъ выработку карровъ главнымъ образомъ химическому дѣйствию дождя, тѣмъ

На нашъ взглядъ, накопленіе значительныхъ массъ снѣга и ихъ медленное таяніе весной или вообще въ жаркое время является гораздо болѣе постояннымъ и энергичнымъ дѣятелемъ, чѣмъ вода дождевая, которая, въ случаѣ отсутствія снѣговаго покрыва на обнаженной поверхности карроваго поля, весьма быстро имѣетъ возможность по трещинамъ уйти въ глубину. При температурахъ, колеблющихся около 0°, мросачивающіяся съвозъ снѣговую массу воды могутъ вновь замерзать и въ теченіе продолжительнаго времени воздѣйствовать на горную породу. На яйлахъ Крыма на затѣпленныхъ склонахъ снѣгъ еще лежитъ въ первую половину іюня (въ 1913 г., въ началѣ іюня были на Бабуганѣ еще значительныя скопленія снѣга; у меня имѣются также фотографіи, снятыя Н. Клепининымъ въ концѣ мая на другихъ яйлахъ, съ порядочными залежами снѣга). Интересно отмѣтить, что съ сѣверо-восточной стороны характерныхъ для Бабугина известняковыхъ стѣнокъ, гдѣ скопленія снѣга были наиболѣе значительны, наблюдались и наиболѣе дикіе карры. Химической работѣ тающего снѣга мы, главнымъ образомъ, приписываемъ возникновеніе неправильныхъ углубленій, небольшихъ замкнутыхъ рывтинъ и предварительныя расширеніе и подготовку трещинъ, по которымъ затѣмъ стекаютъ талыя и дождевыя воды, вырабатывая изъ нихъ болѣе типичныя карровыя рывтины.

Приписывая преобладающую роль при образованіи карровъ снѣгу и талымъ водамъ, мы далеки отъ того, чтобы отрицать вліяніе другихъ гидрометеоровъ при выработкѣ карровъ; нѣдѣ карры были указаны для различныхъ ступеней высоты и для различныхъ вліятелей, напр., для Пелопонеса и острововъ Кефалонія и Итаки (Partsch), для Гибралтарской скалы (Penck), на морскихъ побережьяхъ (Partsch, Stache, Hilber), для Мексиканскаго плоскогорія на высотѣ 1500—1600 м. (Leux, Felix, Hilber) и т. д. Правда, если исключить побережья средиземноморскихъ странъ, гдѣ карры могли быть выработаны, какъ это предполагаютъ нѣкоторые изъ

не менѣе, въ другой работѣ онъ опредѣленно подчеркиваетъ роль снѣга и талой воды. A. Penck. Das Land Berchtesgaden, Zeitschrift. d. Deutsch. und Oest. Alpen-Vereines 1886 стр. 268: „In den Karren erhält sich der Schnee lange nachdem die Umgebung schon längst ausgespart ist und in den Karren versiegt alles das Wasser, welches in der winterlichen Schneedecke auf gespeichert war; diese ist daher für das Zustandekommen des Phänomens von grosser Bedeutung“.

слѣдователи, прибойной волной, то остальные указанія относятся къ мѣстамъ болѣе или менѣе высоко расположеннымъ надъ уровнемъ моря, гдѣ хотя бы кратковременное образованіе снѣгового покрова возможно.

Придавая наибольшее значеніе въ процессѣ каррообразованія химической эрозии и въ особенности воздѣйствію снѣгового покрова, мы не отрицаемъ и другихъ факторовъ, какъ-то механическаго вывѣтриванія, роли тектоническихъ трещинъ и трещинъ отдѣльности, роли растительности, состава известковой породы, на что указывалось въ своемъ мѣстѣ. Что касается трещинъ, то онѣ, такъ сказать, намѣчаютъ путь и концентрируютъ дѣятельность воды. Остается еще рассмотреть роль механической эрозии въ процессѣ каррообразованія. Нѣкоторые авторы, и среди нихъ въ особенности Мартель ¹⁾ приводятъ въ пользу этого слѣдующія соображенія: 1) присутствіе типичныхъ карровъ на днѣ долины, по которымъ еще и въ настоящее время протекаютъ воды рѣки, совершая эрозійную работу; 2) присутствіе рѣзко выработанныхъ карровъ въ Севеннахъ, гдѣ поверхностные потоки исчезли недавно, вслѣдствіе поднятія мѣстности; 3) и, въ особенности, нахождение повсюду рядомъ съ каррами глубокихъ колодезъ и естественныхъ шахтъ, которые, по мнѣнію Мартеля, поглотили нѣкогда существовавшіе поверхностные потоки, а въ настоящее время служить для дренажа и отвода осадковъ съ поверхности къ источникамъ, находящимся у подножія массива, покрытаго каррами.

Однако, всѣ эти соображенія, на нашъ взглядъ, допускаютъ и иное толкованіе. Хотя дѣйствительно на днѣ рѣчныхъ потоковъ наблюдаются формы размыва, нѣсколько напоминающія карры, напримѣръ, въ Узунджійской долинѣ (боковая долина, открывающаяся въ Байларскую), мы наблюдали на днѣ протекающей здѣсь рѣки подобныя каррамъ образованія, но здѣсь, съ другой стороны, явилось опредѣленно выражены типичныя формы механической эрозии въ видѣ ископанныхъ котловъ, образованія водонадѣвъ и пороговъ и т. д., что вовсе не наблюдается на поверхности каррового поля.

Надо имѣть въ виду, кромѣ того, что воды, протекающія по

¹⁾ Martel. Sur l'origine des lapiaz (Comptes rendus Ac. de Sciences, 1902)

дну долины, действуют не только механически, но и химически на известняки, слагающие это дно; почему некоторое сходство в строении этого последнего и карровых поверхностей отнюдь не является удивительным. Далее, на поверхности каррового поля мы вовсе не встречаем, в большинстве случаев, ничего подобного покинутым речным долинам, и эта поверхность равномерно покрыта каррами, часто на весьма значительном протяжении. Если в данном случае допустить механическую эрозию, то, во всяком случае, это была бы эрозия обособленных речных потоков, а эрозия раздробленных на безконечное число нитей незначительных водотоков (происходящих или от атмосферных осадков, или от таяния снеговых или фирновых полей). Наконец, совместное нахождение карров и естественных шахт ничего не говорит в пользу механической эрозии, так как такие естественные шахты далеко не всегда выработаны деятельностью поглощаемых на поверхности трещинами, водных потоков, а могут происходить и совершенно иным путем.

В следующей главе мы попытаемся доказать, что естественные шахты в некоторых случаях также обязаны своим происхождением химической эрозии скалы. Наконец, некоторые из естественных шахт могли произойти вследствие обвала потолка пещер, т.-е. не имеют ничего общего с поверхностными потоками.

Естественно, что механическая эрозия текущей воды должна проявляться наиболее интенсивно на наклонных поверхностях, и с тем большей интенсивностью, чем круче склон. Поэтому следовало бы ожидать, что карры могут быть представлены только на более или менее крутых склонах, как это полагают, между прочим, и Цвиц¹⁾ (хотя и защитный химической теории каррообразования), по мнению которого на поверхности плато карры замещаются карстовыми воронками. Против этого говорят, однако, нахождение карров на многих почти плоских поверхностях Яйлы, точно так же, как и на других платообразных возвышенностях (например Silberh-Höhe, Kienplateau, Plateau Hinter Kaisers²⁾ и т. д.), а также совместное нахождение многочисленных воронок и карровых образований на Караби-Яйла, Чатырдаг и во

¹⁾ Cvijic, Das Karstphänomen, стр. 8.

²⁾ Max Eckert, Das Karstproblem, стр. 401.

многих других мѣстахъ. Мы не можемъ вполнѣ отрицать роль механической эрозиі при образованіи карровыхъ рытинъ, такъ какъ подобныя рытины размыва наблюдались и на непроницаемыхъ и болѣе твердыхъ, чѣмъ известнякъ, породахъ ¹⁾, но полагаемъ, что механическая эрозія на известняковыхъ поверхностяхъ не можетъ быть особенно энергичной уже потому, что здѣсь отсутствуютъ условія для концентраціи значительныхъ массъ воды въ большой потокъ, обладающій значительной размывающей силой, такъ какъ вода раньше разбирается по трещинамъ и уходитъ въ глубину. Если въ литературѣ о Крымѣ существуютъ указанія ²⁾, что „условія поверхности Яйлы при всемъ ихъ разнообразіи благоприятствуютъ не просачиванію въглубь, а стеканію ея по склонамъ, и что относительно по крайней мѣрѣ $\frac{2}{3}$ водосборной поверхности Яйлы можно сказать, что она прекрасно можетъ задерживать атмосферныя осадки, пропуская только избытокъ ихъ“, то надолѣмъ въ виду, что для такого утвержденія прежде всего слишкомъ мало фактическихъ данныхъ и что эти указанія относятся къ различнаго рода котловинамъ (ваннамъ) и ложбинамъ, которыя, дѣйствительно, какъ мы это увидимъ въ дальнѣйшемъ изложеніи, представляютъ довольно распространенное явленіе на Яйлѣ, въ разныхъ ея частяхъ, напр., озеровидная котловина на Айштринской Яйлѣ, по которой проходитъ Бахчисарайское шоссе, котловина „Стратогая“ и другія на Бабутанѣ, долинообразныя ложбины въ восточной части Караби-Яйлы, котловина Бештеке надъ Лямеями и многія другія. Къ такой именно котловинѣ и относится указаніе Гольде ³⁾, на которыхъ Талисъ основываетъ свои заключенія. Послѣ дождя 24 іюля 1903 г. Гольде видѣлъ, что на Ай-Петринской Яйлѣ „почти всѣ тропинки и мажарныя дороги превратились въ ручейки, которые стремились къ впадинамъ. Къ впадинѣ, черезъ которую проходитъ Бахчисарайское шоссе, неслась масса

¹⁾ Katzer, Karst und Karsthydrographie, стр. 14. Овъ же, Beitrag zur Geologie von Ceara (Brasilien), Denkschriften der Mathem.-naturw. Klasse der Kais. Akademie der Wiss. 1906, стр. 525—549.

²⁾ В. Талисъ. О растительности Крымской Яйлы, стр. 57, 58. Отдѣльный оттискъ изъ Трудовъ Общества Испытателей Природы при Харьковскомъ университетѣ, т. XLII.

³⁾ Гольде. Фаунономія растительности Крымской Яйлы. Ботанический журналъ 1906 г. № 4.

воды, улекая измельченные части почвы. Вода покрывала также некоторые места шоссеиной дороги, образуя рѣчку" и т. д. Но все подобныя указания относятся къ углубленнымъ участкамъ Яйлы (ложбинамъ, котловинамъ и проч.), поверхность которыхъ состоитъ преимущественно изъ глинистыхъ продуктовъ разложения известняка (частью бываетъ задерживана) и отличается въ силу этого водоупорностью. Въ такихъ ваннахъ каррообразование отсутствуетъ или наблюдается только къ окраинамъ, представляющимъ во многихъ случаяхъ почти вертикальныя известняковыя стѣны. На тѣхъ же участкахъ Яйлы, гдѣ главнымъ образомъ приурочены карры, гдѣ известняки не прикрыты глинистымъ элювиемъ и не задерживаны, атмосферныя осадки послѣ своего выпаденія весьма скоро уходятъ въ глубину по трещинамъ, и поверхность Яйлы въ короткое время совершенно обсыхаетъ, сохраняя дождевую воду только на днѣ воронокъ и въ небольшихъ количествахъ въ карровыхъ дырахъ на поверхности известняковыхъ глыбъ. Меня дважды заставляла гроза на Караби-яйлѣ, причемъ въ теченіе нѣсколькихъ часовъ шелъ настоящий ливень, и тѣмъ не менѣе, я нигдѣ не видѣлъ образованія потоковъ дождевыхъ водъ, а на другой день каменистыя участки Яйлы были совершенно сухи, и только въ ложбинахъ сохранились лужи воды. Въ 1911 г. мнѣ пришлось въ теченіе болѣе часа бѣжать во время грозы и довольно сильнаго дождя по центральной части Караби-яйлы, и опять таки не только не было дождевыхъ потоковъ воды, но не наблюдалось даже сколько-нибудь значительныхъ скопленій ея. И на другихъ яйлахъ мнѣ приходилось бывать во время желкаго морозящаго дождя, причемъ меня всегда поражала быстрота, съ которой атмосферныя осадки просачиваются въ глубину, по крайней мѣрѣ на каменистыхъ поверхностяхъ. Иныя условія, конечно, представляютъ занесенныя и задерживаемыя даяща котловинъ и ложбинъ, которыми дѣйствительно могутъ быстро наполняться воды. То же относится и къ тѣмъ участкамъ Яйлы, гдѣ процессъ каррообразования находится уже въ стадіи угасанія и гдѣ въ силу этого получились уже болѣе или менѣе непрерывный покровъ изъ глинистыхъ продуктовъ выветриванія. Въ этихъ послѣднихъ двухъ случаяхъ, если имѣется извѣстный уклонъ поверхности, потоки дождевой воды концентрируются главнымъ образомъ вдоль тропинокъ, колесныхъ дорогъ и вообще участковъ

Яйлы, гдѣ растительный покровъ по какимъ-либо причинамъ уничтоженъ. Въ такихъ мѣстахъ получаются дѣйствительно рывины размыва. Конечно, если образовавшійся здѣсь потокъ переходитъ затѣмъ на наклонную поверхность голаго известняка, то, сбѣгая по ранѣе образовавшимся карровымъ рывинамъ, онъ можетъ способствовать ихъ дальнѣйшему углубленію не только химически, но и механически. Интересный пригѣръ размыва представляетъ довольно широкая и глубокая рывина, уподобляющаяся оврагу, на сѣверномъ склонѣ Караби-яйлы (СВ участокъ яйлы) противъ деревни Куртлукъ. Здѣсь имѣется значительныхъ размѣровъ замкнутая котловина Когей, не имѣющая въ обычное время стока, но весной, когда Когей превращается въ озеро и уровень воды его поднимается выше сѣверныхъ береговъ, избытокъ воды, повинуясь, стекаетъ черезъ преграду и, низвергаясь по крутому склону яйлы, размываетъ его, образуя вышеупомянутый оврагъ. Вообще на болѣе крутыхъ склонахъ, напр., на окраинахъ яйлы, на склонахъ обширныхъ воронокъ, въ большей степени можно теоретически допустить участіе механической работы воды при каррообразованіи ¹⁾.

Заключивъ главу о каррахъ, скажемъ, что ихъ образованіе многіе изъ авторовъ, писавшихъ о каррахъ, ставили въ связь съ образованіемъ „долинъ“ или карстовыхъ воронокъ. Такъ, уже у Чуди ²⁾ (Tschudi) и у Ami Boué ³⁾ находится указаніе на тождество карровыхъ полей и „карста“.

Агассицъ, а въ самое послѣднее время Катцеръ ⁴⁾, образованіе какъ карровыхъ рывинъ, такъ и воронокъ, ставятъ въ связь съ размывающей дѣятельностью воды, падающей по ледниковымъ трещинамъ, и считаютъ ихъ различными формами одного и того же процесса.

¹⁾ Въ связи съ этимъ и находится наблюдавшійся нами и выше отмеченный фактъ существованія наиболее глубокихъ карровыхъ рывинъ на крутыхъ склонахъ. См. стр. 20.

²⁾ Tschudi, Das Tierleben der Alpenwelt.

³⁾ Ami Boué, Ueber die Karst und Trichterplastik im allgemeinen. Sitzungsber. der Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, Natur.-mathem. Klasse, XLIII, 1861. Ami Boué kommt zu dem Ergebniss, dass die kleinsten Oberflächenformen—die Karren und die grössten der Kesselthäler, als Endpunkte einer und derselben genetischen Reihe anzusehen seien“. Цитир. по Экперту, стр. 54.

⁴⁾ Katzer, Karst und Karsthydrographie.

Наконецъ Келлеръ ¹⁾, Мойсисовичъ ²⁾, Гассертъ ³⁾, Эквертъ ⁴⁾ и Цвйджъ ⁵⁾ считаютъ я карры и „долины“ за результатъ суберальной дѣятельности атмосферныхъ водъ. Однако воззрѣніе Мойсисовича отличается отъ воззрѣній другихъ изслѣдователей въ томъ отношеніи, что онъ карры считаетъ особой „фазіей“ формъ поверхности сѣверныхъ Альпъ, которая замѣняется въ южныхъ Альпахъ карстовыми воронками. Въ настоящее время, когда сомнѣтельное существованіе и карръ и воронокъ доказано для многочисленныхъ карстовыхъ странъ, этотъ взглядъ Мойсисовича имѣетъ только историческій интересъ. Нельзя согласиться, какъ это уже указано выше, и съ Цвйджемъ, когда онъ утверждаетъ, что карры болѣе свойственны крутымъ склонамъ, а карстовыя воронки—болѣе ровной поверхности плато.

Но важно уже теперь отмѣтить, что цѣлый рядъ изслѣдователей давно обратилъ вниманіе на единство процессовъ, обуславливающихъ возникновеніе особенностей рельефа карста. Эта идея, развитая впоследствии особенно Цвйчемъ ⁶⁾, оказалась весьма плодотворной для дальнѣйшаго изслѣдованія карста.

Къ этому вопросу мы еще неоднократно будемъ имѣть случай возвращаться въ послѣдующемъ изложеніи, а теперь формулируемъ выводы изъ всего сказаннаго во второй главѣ.

Наблюденія автора въ карстѣ Крыма, въ связи съ разсмотрѣніемъ литературы о каррахъ, приводятъ къ заключенію:

- 1) что каррообразование является результатомъ преимущественно коррозии (химическаго выѣтриванія), причемъ главную роль играютъ въ этомъ процессѣ скопленія снѣговыхъ массъ и ихъ медленное таяніе;
- 2) на направленіи каррообразованія и формы карровъ оказываютъ вліяніе: а) составъ известняковъ, б) присутствіе тектониче-

¹⁾ Keller. Bemerkungen über Karren oder Schraffen.

²⁾ Mojsisowics. Zur Geologie der Karsterscheinungen. Zeitschrift d. Deutsch. und Oest. Alp.-Vereines, 1880, XI, стр. 115.

³⁾ Hassert. Beiträge. loc. cit.

⁴⁾ Eckert. loc. cit.

⁵⁾ Cvijic. Das Karstphänomen.

⁶⁾ Cvijic, Bildung und Dislocierung der Dinarischen Rumpffläche, Petermanns Mitteilungen, 1909, Band 35, VI, VII, VIII Heft, а также Morphologische und glaziale Studien aus Bosnien in Abhandlungen der Geograph. Gesellschaft. Wien. 1901, Band II и III.

ских трещинъ и трещинъ динамоморфизма, с) механическое выветриваніе, d) растительный покровъ и гумусъ;

3) механическая эрозія имѣетъ уже второстепенное значеніе и проявляется болѣе на крутыхъ склонахъ;

4) уже давно было подмѣчено единство процессовъ, обусловливающихъ каррообразование и возникновеніе другихъ особенностей рельефа карста (прежде всего карстовыхъ воронокъ).

III.

Воронки или „долины“.

На ряду съ каррами или даже въ большей степени, чѣмъ карры, характерными формами поверхности карста являются „долины“. Подъ этимъ названіемъ въ Крайні, въ Австріи, разумѣютъ воронкообразныя или блюдцеобразныя впадины (ванны) весьма различныхъ размѣровъ и различной глубины, имѣющія обыкновенно круглое или овальное сѣченіе. Это названіе „долина“, употребляемое мѣстными населеніемъ весьма ограниченной области, настолько, однако, утвердилось въ научной литературѣ, что было бы совершенно излишнимъ трудомъ замѣнять его какою-нибудь другимъ. У насъ въ Россіи такія впадины чаще всего называются воронками (горныя, степныя воронки), блюдцами, провалами и т. д. Въ разныхъ странахъ и въ разныхъ мѣстностяхъ существуютъ весьма различныя мѣстныя названія для „долинъ“. Въ прилагаемой таблицѣ я привожу наиболѣе распространенныя въ той или другой мѣстности названія долинъ и естественныхъ шахтъ (т.-е. углубленій имѣющихъ значительно большія вертикальныя сравнительно съ горизонтальными размѣрами) ¹⁾.

Присутствіе воронокъ въ большемъ или меньшемъ числѣ характерно для всѣхъ яствъ Крыма, но тогда какъ на однихъ онѣ расположены на ограниченномъ пространствѣ нѣкими сотнями и даже

¹⁾ Для составленія этой таблицы послужили, главнымъ образомъ, слѣдующія работы: Martel, La spéléologie стр. 32, Kraus, Höhlenkunde стр. 139—139, Cvijić, Das Karstphänomen стр. 9, 10, Knebel, Höhlenkunde стр. 155, Machacek, Versuch einer geomorphologischen Monographie der Schweizer Jura. Petermanns Mitteil. Ergänzungsheft № 150, стр. 127.

Nassert, Beiträge zur physischen Geographie von Montenegro, тамъ же, Ergänzungsheft № 115, стр. 81.

Norbert Krots. Die Halbinsel Istrien. Geographische Abhandlungen herausgegeben von Prof. Alb. Penck, Band IX, Heft 2, стр. 37.

Страны.	Провинции.	Долины.	Естественные шахты.	Вертикальные пещеры или пропастные шахты.	Поноры, место исчезновения рек.	Примечания.
Россия	—	Воронка, яма, блудце, окно *).	Яма, естественная шахта, пропасть, провал.	Пещера, пропасть, яма.	Яма, понижая, ручья. Окно *).	*) Название окна больше употребительно для обозначения источников, воды которых поднимаются из глубины.
Славянские страны Австрии	Крайна и Петрия.	Dolina, Dolac, (dolac).	Breadno, stromor, Schlund, Abgrund, Lukeja, Zwicklara.	Folbe.	Saagloch.	
	Далмация.	Vrtina.		"	"	
	Моравия и Богемия.	Zavriek.	Propast, Erdfall.	Propast. Erdfall.	Propadany.	
	Кроация.	Doulba.	"	"	"	
	Поения в Герцеговина.	Ponique.	"	"	Ponique.	
Термогория.	—	Ponique.	Roudina.	"	Ponar.	
Сербия.	—	Vrtina, Vrtop.	"	"	"	
Болгария.	—	Ponor—Vrtop.	"	"	Ponor.	
Греция.	—	Katavothre.	Katavothre.	Katavothre.	Katavothre.	
Австрия.	Каринтия. Карста.	Saagloch.	Jama, Schacht.	Schwinde.	Schwinde, Saagloch.	Народное название по Франконской Юрте для долины Hühle.
Германия.	—	Doline, Erdfall, Erdtrichter, Hühle, Erdloch.	Schlund, Einsturz, Schlund, Naturschacht.	Erosionsschlund, Wetterloch, Windloch.	Saagloch, Schlund, Erdloch, Topf, Hieseln.	
Италия.	Общее.	Buso (busi).	"	"	"	
	Венеция.	Doline, Dolazzi.	Spilaghe, Vortici, Caldiero, Lora, Covoli, Busi, Valu, Abissi.	Folbe.	Folbe.	
	Фриуль.	Inglotidores, cegolla, pleris.	"	Inghlottitori.	Inghlottitori.	
	Умбрия в Абруццо.	Fosse.	"	"	"	
	Пьемонт.	Gorge, balm.	"	"	"	
	Саудия.	Zubbi.	"	"	"	
Франция.	Общепотребительная в научной литературе название.	Entonnoir, bétroire ansemoir.	Aven, abime, gouffre, puits naturel.	Aven, abime, gouffre, goule, puits naturel.	Entonnoir, goule, embut.	Кроме того, употребляют название: долина и понор.
Франция.	Ardèche.	—	Avén.	Goule.	Goule.	
	Normandie.	Bétroire, fosse, gouffre, mardelle.	—	—	—	
	Aveyron.	Bétroire.	Tindoule.	Tindoule.	—	
	Champagne.	Endouzeirs.	Fosse.	—	—	
	Lot.	Cloup.	Joue.	—	—	
	Charente.	Trou.	Fosse.	Trou, Fosse.	Trou.	
	Hérault.	Boit tout.	—	—	Boit tout.	
	Flandre, Artois.	Marquais, font, pulsard.	—	—	—	
	Côte d'Or.	—	Crou.	—	—	
	Yvercres.	Pot.	Selalet ou elator.	—	—	
	Dévoluy.	—	Chourun.	Embut.	Embut.	*) По Махачеву.
	Béarn.	Clot, Clotte.	Clot.	Clot.	Clot.	
	Jura.	Entonnoir, bourdeuilou.	Borae, trou, zone, lazanne.	Empoisseurs, embouteillon.	Empoisseurs, embouteillon.	
Италия.	Юра *).	Bétroire, fondrière.	Gouffre, gour.	Empoisseurs.	Empoisseurs, entonnoir.	
Валлия.	—	Chantrois, aliggeois.	Aerde pipe *).	—	Aliggeois.	
Амал.	—	Pot-Hole, Swallow-Hole, Cockpit Sink-hole.	Light-hole, Native veile, Sink-Hole.	Sink-Hole, Swallow-Hole.	Sink-Hole, Swallow-Hole.	
Пруссия.	—	"	Sluggas.	—	—	
Сверная Америка.	—	—	Sink-Hole.	Sink-Hole.	Sink-Hole.	
Испания.	Кастилия.	—	Sima.	—	—	
	—	—	Infla.	Cuova.	—	

Въ Крыму въ наибольшемъ количествѣ воронки представлены на средней террасѣ Чатырдага, гдѣ ихъ число на 1 кв. версту колеблется между 30 и 50 (такъ, къ востоку отъ пещеръ Бин-башъ-хоба и Суукъ-хоба я насчиталъ на пространствѣ 1 кв. версты 56 воронокъ, вокругъ этихъ пещеръ 34 воронки); затѣмъ воронки многочисленны въ средней и южной частяхъ Караби-яйлы (въ центральной части, около ледяной пещеры Бузлукъ, на 1 кв. версту приходится 50 воронокъ, къ сѣверу отъ пещеры Кабачикъ — 40, на юго-востоку около Ташъ-Баира до 35, близъ пещеры Караи-хоба 20). Въ весьма большомъ количествѣ воронки разбѣяны также въ участкѣ Яйлы между Чортовой лѣстницей (Мердвень) и Лименахи, въ особенности надъ Кикенейсомъ и Кастрополиемъ (надъ Кикенейсомъ на 1 кв. версту—38 воронокъ) и около горы Бизюки (25 на кв. вер.).

Интересно, что на яйлахъ Чатырдага и Караби, гдѣ „долины“ вообще очень многочисленны, имѣются, однако, участки сравнительно бѣдные ими. Такъ, на верхней террасѣ Чатырдага число долинъ очень невелико, значительно также меньше долинъ, сравнительно съ средней террасой, на сѣверной, болѣе низкой террасѣ; сѣверо-западный участокъ Караби-яйлы также чрезвычайно бѣденъ воронками. Мѣстами можно пройти болѣе версты по ровной поверхности сѣверо-западнаго участка этой яйлы, не встрѣтивъ на пути ни одной воронки. Въ другихъ мѣстахъ ка 1 кв. версту здѣсь приходится отъ 3 до 5 воронокъ. На восточной окраинѣ Караби воронки или „долины“ точно такъ же довольно рѣдки, зато здѣсь встрѣчаются въ большомъ количествѣ болѣе обширныя удлиненыя впадины, къ боковымъ стѣнкамъ которыхъ и приурочены отдѣльныя воронки. Довольно многочисленны воронки небольшихъ размѣровъ около Ай-Петри, но далѣе къ востоку число ихъ значительно уменьшается; такъ, отъ скалы Шиншо до горы Роки на пространствѣ около 4 кв. верстъ мы насчитали всего 8 воронокъ. Здѣсь воронки преимущественно большихъ размѣровъ, но не глубоки; еще далѣе къ востоку между горами Эндекъ и Лона-той число воронокъ нѣсколько увеличивается и онѣ получаютъ меньшіе размѣры. Очень мало воронокъ на яйлѣ надъ Ялтой, на Никитской яйлѣ, около горы Демиръ-Калу, на Бабуганѣ (на Бабуганѣ въ наиболѣе обильныхъ воронкахъ участкахъ приходится на 1 кв. вер. приблизительно 6 воронокъ). На яйлѣ Демерджи

(сѣверной известковой) воронки довольно многочисленны (доходить, максимумъ, до 40 на кв. версту), на Долгоруковской яйлѣ встрѣчаются рѣдки (не болѣе 10—15 на 1 кв. версту; по большей части на версту отъ 3—5 воронокъ), но большихъ размѣровъ воронки.

Размѣры воронокъ (окружность и поперечный диаметръ) варьируютъ въ весьма большихъ предѣлахъ, такъ что цифровыя данныя, характеризующія эти размѣры, имѣютъ мало значенія. Начиная отъ маленькихъ зачаточныхъ образований, всего въ 2—3 метра въ поперечникѣ и ничтожной глубины, мы имѣемъ цѣлый рядъ переходовъ до громадныхъ воронокъ съ поперечникомъ болѣе 50 и даже 100 метр., и глубиной болѣе 20—40 метр. Чаще всего однако встрѣчаются воронки среднихъ размѣровъ съ поперечникомъ въ 40—50 м. и глубиной въ 5—20 метр. Наиболѣе значительныхъ размѣровъ воронки намъ пришлось наблюдать на пути изъ Байдарской долины черезъ Яйлу въ Лименатъ, особенно къ югу отъ Карадага, около горы Бизюки, причемъ эти воронки отличались также и большой глубиной. Большая часть ихъ была и по склонамъ и на днѣ прежде покрыта лѣсомъ, въ настоящее время лѣсъ вырубленъ, сложенъ въ штабелю. Въ нѣкоторыхъ воронкахъ этотъ лѣсъ жгутъ на уголь, и цѣлый рядъ дымящихся кострищъ виднѣется на днѣ долинъ. Нѣкоторыя изъ этихъ долинъ имѣютъ въ поперечникѣ болѣе 100 и даже 200 метр. Крупныхъ размѣровъ воронки были найдены нами также на Долгоруковской яйлѣ и въ сѣверо-западномъ участіи Караби-яйлы, причемъ въ этомъ послѣднемъ случаѣ незначительные вертикальные размѣры совершенно не соответствовали размѣрамъ горизонтальнымъ.

На крымскихъ яйлахъ до нѣкоторой степени наблюдается, констатированное также и въ другихъ карстовыхъ странахъ, обратное отношеніе между числомъ воронокъ и ихъ размѣрами. Такъ, въ южной и центральной частяхъ Караби-яйлы, на яйлѣ выше Кинениза и Лиментъ, на средней террасѣ Чатырдага воронки многочисленны, но не велики, съ другой стороны, на Долгоруковской яйлѣ и въ сѣверо-западномъ участіи Караби, гдѣ встрѣчаются очень большія воронки, онѣ рѣдки, и между ними залегаютъ обширныя пространства, совершенно лишенныя воронокъ. Но это правило не безъ исключеній: во-первыхъ, существуютъ мѣстности, гдѣ небольшія воронки рѣдки, а съ другой—и крупные бываютъ сгущены, какъ напр. около горы Бизюки, въ участіи Яйлы между

Какъ известно, Цвйичъ ¹⁾ различаетъ слѣдующіе морфологическіе типы долинъ ²⁾:

I. Небольшія типичныя долины:

1) блюдцеобразныя, $D > 3h$, чаще всего D приблизительно $10h$, наклонъ стѣнокъ $10^\circ - 30^\circ$, чаще всего $10^\circ - 12^\circ$.

2) воронкообразныя, $D \geq 2h$, чаще всего поперечникъ въ 2—3 раза превосходитъ глубину, наклонъ стѣнокъ $30^\circ - 45^\circ$.

3) колодеобразныя, $D < h$: а) вертикальныя и б) наклонныя.

II. Алювиальныя долины (Schwemmlanddolen).

III. Естественныя шахты (Schlote—пропасти), или долины, которыя находятся въ соединеніи съ пещерами или подземными рѣками:

1) Auens—глубинія долины, которыя ведутъ внизъ къ небольшой слѣпой пещерѣ.

2) Light-holes—шахтообразныя или воронкообразныя глубокія долины, которыя непосредственно ведутъ къ горизонтальнымъ пещерамъ или пещернымъ рѣкамъ, такъ что дневной свѣтъ проникаетъ въ эти послѣднія (ямы, abimes).

3) Долины типа Требичскаго грота ³⁾. Естественныя шахты, которыя спускаются вглубь въ видѣ узкаго отверстія или даже трещины (welche sich in einer engen Öffnung, sehr oft in einer Spalte in die Tiefe fortsetzen). Цѣлая система камеръ, соединенныхъ между собой только трещинами или узкими каналами, ведетъ къ горизонтальнымъ пещерамъ или подземнымъ рѣкамъ.

Разсматривая классификацію Цвйича сначала исключительно по отношенію къ типичнымъ долинамъ (I-ый типъ), мы убѣдились, что эта схема далеко не исчерпываетъ всѣхъ возможныхъ случаевъ и что между формами долинъ наблюдается дѣльный рядъ переходовъ. Такъ, нами нѣсколько разъ наблюдались углубленія, которыя при полной отвѣсности стѣнокъ, имѣли однако очень большой діаметръ и ничтожную глубину. Съ другой стороны, такія впадины, у которыхъ стѣны вертикальны, а глубина больше діаметра, представляютъ незамѣтный переходъ къ естественнымъ

¹⁾ Cvijic. Das Karstphänomen стр. 11, 24—29, 41, 61—62.

²⁾ D—діаметръ; h—глубина.

³⁾ Требичскій гротъ представляетъ наиболѣе глубокую изъ известныхъ эрозійныхъ шахтъ (глубина 323 м.), ведущую къ подземному теченію рѣки, (къ грунтовымъ водамъ).

Неправильной формы воронки по большей части получаются именно в результате соединения между собой двух или нескольких долин, причем, если этот процесс повторяется несколько раз, возникают значительных размеров ванны, на первый взгляд иногда совершенно несхожие с типичными долинами.

На ряду с типичными долинами, форма которых более или менее приближается к вышеупомянутой, на яйлах Крыма встречаются, хотя и значительно реже, глубокие ямы или шахтообразные углубления, которым в классификации Цвигча дано общее название „Schlote“—естественные шахты. Более детальное подразделение естественных шахт у Цвигча мы находим не вполне ясным и удовлетворительным, именно с морфологической стороны. Не говоря уже о том, что классификация Цвигча не охватывает всех случаев, она имеет еще следующие недостатки: во-первых, вводит малоизвестные и не общепотребительные термины ¹⁾, заимствованные из разных языков—нѣмецкаго, французскаго и англійскаго, какъ-то *avens*, *light-holes* и т. д., во-вторыхъ, цѣлую категорию такихъ образований характеризуетъ сравненіемъ съ Требишскимъ гротомъ—„долины типа Требишскаго грота“, наконецъ сближаетъ морфологически столь различные образования, какъ типичныя долины и эрозионныя пещеры и естественныя шахты. Название долины въ примѣненіи, напр., къ Требишскому гроту отзывается чѣмъ-то весьма искусственнымъ. Правда, въ природѣ мы наблюдаемъ переходы между различными отрицательными формами рельефа, и при образованіи ихъ, какъ мы увидимъ дальше, дѣйствовали въ нѣкоторыхъ случаяхъ сходныя процессы, но разъ признается необходимая морфологическая классификація, она должна отличаться большей ясностью и опредѣленностью.

Кромѣ долинъ, мы различаемъ: 1) глубокія шахтообразныя ямы, глубина которыхъ во много разъ больше поперечника и стѣнки почти или вполне отвѣсны, (такого рода образованиямъ мы даемъ название *естественныхъ шахтъ*) 2) глубокія изклонныя или также вертикальныя пронасти, состоящая изъ ряда узкихъ ходовъ и болѣе широкихъ камеръ, т.-е. изъ системы трещинъ, расширенныхъ эрозионной и коррозионной работой воды. Этими

¹⁾ Критику классификаціи Цвигча находимъ у Крауса, *Globus*, Band 65, 1894 стр. 21.

последнимъ образованіямъ мы даемъ названіе *вертикальныхъ пещер* ¹⁾. Первые довольно широки и имѣютъ сверху до низу приблизительно одинъ и тотъ же діаметръ, вторыя мѣстами расширяются, мѣстами суживаются до размѣровъ едва приходимыхъ каналовъ и имѣютъ весьма варьирующий діаметръ.

Сводя все сказанное въ одну таблицу, получимъ слѣдующія категории:

- | | | |
|-----------|---|---|
| I. Долины | { | а) воронкообразныя, $D=2H < 3H$, стѣнки крутыя |
| | | в) блюдцеобразныя, $D > 3H < 10H$, стѣнки пологія. |
| | | с) колодеобразныя (колодцы), $D > H$ стѣнки отвѣсныя. |

II. Естественныя шахты $D < H$, глубина значительная, стѣнки вертикальныя или приближаются къ вертикальнымъ.

III. Вертикальныя пещеры (эрозіонныя шахты)—рядъ ходовъ и камеръ то вертикальныхъ, то наклонныхъ.

Какъ уже указано, число естественныхъ шахтъ и вертикальныхъ пещеръ значительно меньше числа долинъ. Такъ на Караби-яйль, гдѣ воронки насчитываются тысячами, къ категории естественныхъ шахтъ изъ изыденныхъ нами впадинъ могутъ быть причислены всего 8—9. Приводимъ таблицу съ названіемъ Этихъ шахтъ, ихъ глубиной и мѣстонахожденіемъ на Яйль.

Названіе.	Наб. муб.	Участокъ яйл.	Примечаніе.
1) Монастырь-Чокракъ.	114—118 м.	центр. часть.	Двѣ савиніи между собою шахты, на поверхности большая долина.
2) Кара-мурза.	84 м.	на С.-В., къ югу отъ деревни Курт-лукъ.	
3) Курючь - агачъ-Туткель.	болѣе 70 м., не менѣе 100 м.	на С.-З.	

¹⁾ Нама классификація ближе къ классификаціи Гассерта, который различаетъ рѣдко долинами отъ естественныхъ шахтъ.—Schlünde, подраздѣляя эти послѣднія на: 1) Schloten (нама „колодцы“), отличающіеся сравнительно небольшою глубиной и оканчивающіеся слабо или ведущіе къ небольшимъ замкнутымъ пещерамъ; 2) Naturschächten (нама—естественныя шахты), отличающіеся большою глубиной и ведущія къ горизонтальнымъ пещерамъ или подземнымъ рѣкамъ; 3) Erosionsschlünde (нама вертикальныя пещеры)—система узкихъ трещинъ и болѣе широкихъ камеръ, ведущихъ въ концѣ концовъ къ подземнымъ рѣкамъ и грунтовой водѣ. Hassert, *ibidem* стр. 84, 85.

Названіе.	Наиб. глуб.	Участок яѣм.	Примѣчаніе.
4) Паско - саванъ-харлихъ.	53 м.	въ серединѣ южной части.	2 ямы.
5) Орта-кошъ № 1.	14 м.	приб. тамъ же.	
6) Орта-кошъ № 2.	13 м.	приб. тамъ же.	
7) Фасса.	20 м.	приб. тамъ же.	
8) Кара - карныхъ-тутель.	38 $\frac{1}{2}$ м.	въ западной части.	Отверстіе шахты находится въ концѣ дѣловой трещины.
9) Одамынъ - Кас-саръ.	3—12—17 м.	на С.-З.	Три сдвинутыя между собой колодца различной глубины.
10) Хундукъ-коса.	5 м. ¹⁾		

Послѣднія двѣ впадины должны быть скорѣе отнесены къ категориямъ колодцевъ или колодцеобразныхъ долинъ, чѣмъ естественныхъ шахтъ, но изъ таблицы видно, что отъ очень глубокихъ шахтъ въ этихъ колодцахъ существуетъ весьма постепенный переходъ, такъ что всякое морфологическое подраздѣленіе является въ сущности условнымъ.

Такое же численное соотношеніе, какъ на Караби-яйлѣ, наблюдается между естественными шахтами, колодцами и воронками и въ другихъ мѣстахъ, напр. на Чатырдагѣ мы видѣли всего 3 естественныхъ шахты или колодца, близъ Ай-Петри также 3 ледниковыхъ колодца. Весьма вѣроятно, что на Чатырдагѣ при болѣе подробномъ изслѣдованіи нашлось бы и большее количество колодцевъ и шахтъ, но во всякомъ случаѣ ихъ число поразительно мало передъ числомъ воронокъ. То же самое нужно сказать и о вертикальныхъ пещерахъ или эрозійныхъ шахтахъ, которыя по сравненію съ долинами встрѣчаются очень рѣдко (напр. на Караби-яйлѣ 4—5), напр. Ябушханъ-хоба, Харчита-хоба, Терпи-хоба, и т. д. Такое соотношеніе между типичными долинами, съ одной стороны, и естественными и эрозійными шахтами съ другой, устанавливають и другіе изслѣдователи Карста ¹⁾).

¹⁾ Положеніе этихъ шахтъ указано на прилагаемой въ концѣ картѣ Караби-яйлъ.

²⁾ Cvijic, Das Karstphänomen, стр. 30. Hassert, loco cit. стр. 84—85. „Im Istriischen und Krainer Karst sind bis jetzt 35, in den Cevennen 40 Schlünde nachgewiesen, die zu Höhlen führen, und von diesen stehen nur 20, bzw. 7 mit unterirdischen Flüssen und, früher oder zeitweilig von Wasser benutzten, jedenfalls aber von ihm ausgearbeiteten Höhlungen im Zusammenhang“.

свойственна также воронкамъ, которыя расположены по окраинамъ болѣе значительныхъ котловинъ, причемъ въ этомъ случаѣ стѣйки долины, обращенныя къ дну большой котловины, гораздо положе и ниже противоположныхъ, а иногда и совершенно сведены на нѣтъ, такъ что „долина“ получаетъ совершенно асимметричное строеніе и имѣетъ скорѣе характеръ прогиба береговъ главной котловины. Не подлежитъ сомнѣнію, что въ этомъ случаѣ сама большая котловина образовалась на счетъ сліянія ряда воронокъ.

Несимметричное строеніе имѣютъ обыкновенно воронки на наклонныхъ поверхностяхъ, гдѣ онѣ вообще встрѣчаются много рѣже, чѣмъ на поверхности плато, такъ что можно считать за правило, что долины характерны болѣе для ровныхъ площадей, въ противоположность каррамъ, которые безразлично встрѣчаются на тѣхъ и на другихъ ¹⁾. На склонахъ болѣе крутыхъ воронки часто получаютъ видъ прогибовъ склоновъ или треугольных, заостряющихся къ низу овраговъ, на характеръ которыхъ въ свое время обратилъ вниманіе Леваковский ²⁾.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ асимметрія склоновъ зависитъ, повидимому, отъ интенсивности хода вывѣтриванія, напр., болѣе продолжительнаго залеганія снѣга, дѣйствія вѣтровъ ³⁾ и т. д. Такъ, для Бабугана характерны вмѣсто типичныхъ воронокъ вертикальныя стѣйки известняка, извѣющія вообще меридиональное простираніе, причемъ подъ крутымъ обрывомъ этихъ стѣенокъ, обращенныхъ къ западу или сѣверо-западу, лежитъ очень долго снѣгъ. Эти стѣнки, возможно, представляютъ только уплывшіе бока долинъ, другія стороны которыхъ уже погибли, сивевалированы оковчательно.

Дно долинъ въ весьма рѣдкихъ случаяхъ состоитъ изъ голаго

¹⁾ Въ другихъ карстовыхъ странахъ наблюдается то же самое явленіе. См. три Cvijic, *ibidem*; стр. 44. Knebel, *Höhlenkunde* стр. 142 и дальше, Fr. Machacek, *Versuch einer geomorphologischen Monographie der Schweizer Jura*. P. Mitt. *Ergänzungsheft* № 150, стр. 128. Krebs, *Das Halbinsel Istrien*, стр. 18.

²⁾ Леваковский, Труды Общества испытателей природы при Харьков. Университетѣ 1880 г. т. XIV, стр. 176.

³⁾ Такъ, Moser, *Der Karst und seine Höhlen*, Triest. 1889, стр. 3, обращаетъ вниманіе, что другія стѣнки (бока) долинъ подвержены всегда дѣйствію сѣверныхъ вѣтровъ. Асимметрія стѣенокъ долинъ можетъ происходить также отъ тектоническихъ причинъ; такъ, по Reyer'у (*Studien über das Karstrelief*), если воронки приурочены къ сбросовымъ трещинамъ, то склоны, совпадающіе съ опустившимся крыломъ, пологи, а противоположные круты.

случаѣ обнаруживаютъ даже нѣкоторую сложность. Большею частью днища долинъ задернованы, и это даже въ томъ случаѣ, когда склоны ихъ изоборождены каррами. Рѣже и на склонахъ долинъ находятся рыхлыя почвы, и они покрыты травой. Необходимо также отмѣтить, что даже въ наиболѣе сухихъ и голыхъ участкахъ Яйлы, напр. на Чатырдагѣ и Караби, на стѣнкахъ, а иногда и на днѣ долинъ, встрѣчаются кустарники и деревья, такъ что онѣ издали выдѣляются зеленѣющими оазисами среди известковой пустыни. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ вся воронка представляетъ какъ бы небольшой лѣсокъ, сплошь покрывающій всю долину. Эта приуроченность древесной растительности къ воронкамъ наблюдалась нами на весьма многихъ яйлахъ, кромѣ Караби-яйлы и Чатырдага, близъ Ай-Петри, между Ай-Петри и Баденекрыомъ, на яйлѣ надъ Липецкими и Кикеневомъ, не говоря уже о западномъ прилегающемъ къ Байдарской долинѣ участкѣ Яйлы, гдѣ повидимому прежде былъ сплошной лѣсъ, только мѣстами прерванный горами обнаженными пространствами.

Я въ общемъ согласенъ съ Таліевымъ ¹⁾, который относительное безжизніе яйлъ объясняетъ воздѣйствіемъ человека, истребившаго лѣсъ и не дающаго ему вновь вырасти успѣшной пастбищю скота, причемъ воронки, особенно имѣющія болѣе крутые склоны, въ меньшей мѣрѣ подвержены потравѣ. Необходимо вообще отмѣтить приуроченность лѣса къ пересѣченному рельефу, къ неровнымъ площадямъ, къ склонамъ ложбинъ, воронокъ, и т. д. Что касается въ частности до воронокъ и ложбинъ, то здѣсь, на ряду съ болыпей защищенностью молодой поросли отъ скота, быть можетъ, играютъ роль и другіе благоприятные факторы, какъ-то: защита отъ холодныхъ вѣтровъ, болышая влажность, такъ какъ непроницаемая глина на днѣ не даетъ водѣ просачиваться такъ скоро, наконецъ скопление здѣсь рыхлыхъ почвъ. Впрочемъ, это послѣднее обстоятельство играетъ роль, главнымъ образомъ, по отношенію къ травянистой растительности, которая на днѣ долинъ отличается особой свѣжестью и яркостью, тогда какъ деревья, повторю, встрѣчаются и на совершенно обнаженныхъ и каменистыхъ мѣстахъ, будучи приурочены въ большинствѣ случаевъ къ склонамъ воронокъ. Долины въ карстѣ вообще являются наиболѣе

¹⁾ См. послѣднюю главу.

рѣдки на Яйлѣ, ворошки временно опять обращаются въ озера. Этотъ фактъ долгаго пребыванія снѣга и воды въ воронкахъ, въ колодцахъ и естественныхъ шахтахъ надо особенно отмѣтить, такъ какъ онъ понадобится намъ впоследствии при объясненіи процесса образованія всѣхъ этихъ впадинъ и причины различія въ ихъ формѣ.

Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, напр. близъ Беденемира, къ востоку отъ Ай-Петри, на яйлѣ надъ Липчанами, на Долгоруковской яйлѣ чабаны нарочно запруживаютъ имѣющіеся здѣсь впадины, чтобы дольше сохранить воду. Особенный интересъ представляютъ тѣ долины-озера, въ которыхъ скопляются не поверхностныя воды выпавшихъ осадковъ, а воды циркулирующія въ глубинѣ известнякъ (быть можетъ, грунтовыя воды?). Такихъ озеръ въ Крыму мнѣ извѣстно всего одно или два. Одно изъ нихъ, носящее названіе „Провалья“, находится на Долгоруковской яйлѣ, не подалеку отъ пещеры Кизиль-хоба и между прочимъ питается также водами рѣчки Соботканъ, повидимому искусственно отведенной сюда при помощи плотины. Затѣмъ эта рѣчка уходитъ подъ землю, и дальѣйшее ея теченіе можно наблюдать въ нижней пещерѣ Кизиль-хоба. Повидимому это озеро никогда не иссякаетъ.

Другое озеро-долина находится на Караби-яйлѣ, около южной ея окраины и притомъ на значительной высотѣ. Оно также отличается большимъ постоянствомъ, но питается ли оно снизу подземными водами или только поверхностными, я рѣшить не берусь. На мой взглядъ большее вѣроятіе имѣетъ за себя второе предположеніе. Дѣло въ томъ, что Караби-яйла достигаетъ въ этой части наибольшей высоты; къ югу отъ озера находится высокая вершина Карадага, такъ что мѣстность, гдѣ расположено озеро, защищена отъ солипа Карадагомъ, и здѣсь должны скопляться значительныя массы снѣга, сметаемыя вѣтрами подъ обрывъ. Таяніе этого снѣга происходитъ постепенно, и окончательно снѣгъ становится здѣсь не раньше начала юня, такъ что талыя воды, вмѣстѣ съ выпадающими здѣсь за лѣтнее время осадками, способны поддержать на извѣстной высотѣ уровень воды въ озерѣ.

Что касается до расположенія воронокъ, то въ большинствѣ случаевъ трудно подмѣтить какую-нибудь правильность или закономерность въ этомъ отношеніи. Такъ, воронки разбросаны

или ССВ—ЮЮЗ. Наконец, на Долгоруковской яйле наблюдается весьма явственное рядовое расположение воронок ССЗ на ЮЮВ. Для большинства указанных случаев можно констатировать совпадение рядов воронок с направлением трещин напластования, а также дислокационных линий¹⁾. Что же касается до Долгоруковской яйлы, то здесь скорее всего рядовое расположение обуславливается расположением поглощающих воду отверстий, так как, на ряду с воронками, имѣющими задернованное дно, здесь можно наблюдать и типичные поноры, въ настоящее время, правда, проводящие только атмосферные осадки. Скорѣй всего рядовое расположение воронок и поноров вызвано, следовательно, направлением существовавшего здесь прежде на поверхности потока, который затѣм ушелъ подъ землю.

По сравненію съ рядовымъ расположеніемъ воронокъ, съ много большей наглядностью проявляется другая закономерность въ расположеніи долинъ, именно ихъ приуроченность къ участкамъ, гдѣ развиты болѣе чистые известняки. На Долгоруковской яйлѣ, на яйлѣ къ востоку отъ Ай-Петри, на Никитской, Бабуганѣ, на с.-з. Караби, гдѣ, какъ указано выше, известняки мергелисты, песчанисты, вообще содержатъ какія-нибудь примѣси къ CaCO_3 , воронки встрѣчаются рѣдко. (Смотри таблицу на стр. 25).²⁾ Можно далѣе констатировать нѣкоторое соотношеніе между высотой надъ уровнемъ грунтовыхъ водъ и частотой воронокъ, причемъ воронки, а особенно естественныя шахты, какъ напр. въ южной и центральной Караби-яйлѣ, наиболѣе многочисленны на высокихъ площадяхъ. Однако, это соотношеніе правяется далеко не такъ рельефно уже потому, что вслѣдствіе сложности дислокацій (сбросы, сдвиги), которые претерпѣли Крымскія горы, далеко не

¹⁾ Такъ, на яйлѣ между Алуинкой и Ялтой воронки расположены вдоль трещин напластования, параллельно простиранию слоевъ; для Чатыр-гана, Бабугана, а также и для нѣкоторыхъ участковъ Караби-яйлы, можно установить приуроченность воронокъ къ тектоническимъ линиямъ NW—SO и NO—SW на которыхъ обратилъ вниманіе еще Листовъ. См. Ю. А. Листовъ, Данилы отъносительно тектоники Таврическихъ горъ. Изв. Импер. Геогр. Общест. т. XXV. Отдѣльный оттискъ, стр. 6.

²⁾ На мнѣніе состава известняка указывали ись изслѣдователи карста. Cvijic. Karstph., стр. 57 „Von der Beschaffenheit des Kalksteines ist also die Häufigkeit und die Ausbildung der Dolinen in grösstem Masse abhängig. Mojsisovics ibid. Hassert, ibidem, стр. 81. Krebs ibidem, стр. 18 и т. д.

всегда возможно определять мощность горной породы от поверхности до горизонта грунтовых вод¹⁾.

Наконец, при прочих равных условиях, воронки расположены в большем числе на тех участках яйлы, которые претерпели особенно сложные дислокации²⁾, напр., на участках от Байдар до Лимен, для которого констатировано несколько сдвигов³⁾. В пользу такого соотношения говорить и указанная выше приуроченность долин к дислокационным линиям и трещинам напластования. Здесь, однако, необходимо именно подчеркнуть, что такое соотношение наблюдается лишь при прочих равных условиях. Так, состав известняка и его чистота является гораздо более важным фактором, чем интенсивность дислокаций. Зависимость образования воронок от всех этих факторов станет нам вполне понятной, если мы обратим внимание на процессы их происхождения.

Вопрос об образовании долин имеет громадную литературу и был злободневным в конце XIX столетия, когда на смену теории происхождения долин путем провала все настойчивее стала выдвигаться эрозия (или точнее эрозивно-коррозионная теория) их происхождения, в свою очередь сдвигавшая господствующей в настоящее время, так что Гильперт (Hans Hilpert)⁴⁾ с полным правом мог характеризовать этот период изучения карста, как время победы эрозивной теории.

В число защитников провального происхождения долин было не мало выдающихся исследователей карста. Эту теорию защищали Грубер (Gruber), фон-Холнворт (v. Hohenworth), Боблей (Boblaye), Крамберггер (Kramberger), Шмидль (Schmidle), Титце

¹⁾ Krebs в „Das Halbinsel Istrien“ пишет, стр. 18 „Wesentlich ist auch die Lage des Grundwasserspiegels: wo er hoch liegt, bleibt die Verkarstung in enger Grenze, und wo er tief hinabreicht, stellen sich Dolinen und Schlote ein, die weit abwärts führen und mit ihrer Tiefe an Umfang zunehmen“.

²⁾ О значении дислокаций в образовании долин говорит Ислаев, *ibid*, стр. 58. Hauer. Die Arbeiten des Karst-Comités im Jahre 1885. Oesterr. Touristen-Zeitung 1886 № 7, стр. 73. Martel в большей части своих работ: Les Abîmes. La spefologie, l'Évolution souterraine и т. д.; Knebel, Höhlenkunde, стр. 156. Reyer, Studien über Karstrelief.

³⁾ Известия геологического комитета 1905 г., стр. 24—25.

⁴⁾ Hans Hilpert. Die historische Entwicklung der Frage nach dem Wesen des Karstphänomens. Inaugural-Dissertation. Würzburg 1907, стр. 108, глава VI, Der Sieg der Erosionstheorie.

(Titze), Штахе (Stache), Гютеръ (Günter), Краусъ (Kraus), Путтикъ (Putick), Фрувиртъ (Fruwirth), отчасти Кнебель (Knebel) въ Германіи и въ Австріи, аббатъ Порамель (Poramelle) и Фурне (Fournet) во Франціи ¹⁾. Въ особенности въ Австріи эта теорія пользовалась наибольшимъ авторитетомъ, нельзя сказать того же объ Англіи и Франціи, гдѣ уже давно мнѣніе объ эрозіонномъ происхожденіи долинъ и въ особенности естественныхъ шахтъ было не менѣе распространеннымъ. Однако, и въ Австріи были въ это время изслѣдователи, которые придерживались иныхъ взглядовъ, и среди нихъ необходимо указать прежде всего на Моисеевича ²⁾ нахъ на піонера эрозіонной теоріи. Съ удивительной ясностью и убѣдительною доказывае Моисеевичъ невозможность происхожденія такихъ чисто поверхностныхъ образований, какъ воронки, путемъ провала потолка надъ пещерами и подземными

¹⁾ Обзоръ литературы о происхожденіи долинъ смотра у Cvijic. Karstphänomen, стр. 51., Hassert. Beiträge zur physischen Geographie Montenegro, стр. 86—89, Hans Hilpert. loc. cit. между прочимъ стр. 62—82, Martel La spéléologie 1900 Chapitre V, стр. 39—51.

²⁾ Dr. Edmund v. Mojsisovics. Westbosnien und Türkisch-Croatien, Jahrbuch der geol. Reichsanstalt zu Wien 1880, а также Zur Geologie der Karsterscheinungen, Zeitsch. d. Deutsch. u. Oesterr. Alpenvereines 1880. Моисеевичемъ были указаны и важнейшіе факты, противорѣчащіе провалному происхожденію долинъ, которые затѣмъ находимъ и у всѣхъ послѣдующихъ авторовъ, напр. Цинца, Гассерта, Мартеля и т. д. Не могу отказать, чтобы не привести въ подлинникъ нѣкоторыя мѣста изъ его работъ. „Die Karsttrichter werden allgemein ebenso wie Dolinen (Einsturzkessel) als durch den Zusammenbruch unter irdischer Hohlräume veranlasste Einsturzerscheinungen aufgefasst. Indessen spricht schon die auffallende regelmässige Form der Trichter gegen diese Annahme. Einstürze kennzeichnen sich stets durch unregelmässige Umrisse und selbst benachbarte, unter ähnlichen Umständen zu Stande gekommene Einstürze werden nie genau die Form ihrer Nachbarn copiren. Bei Karsttrichtern gehört aber gerade die Wiederkehr derselben trichterförmigen Gestalt mit mehr oder weniger kreisrundem Umriss zu den charakteristischen Eigenschaften. Die volle Ueberzeugung aber, dass die Karsttrichter keine Einstürze sein können, erhält man in solchen Fällen, wo geneigte Flächen von Trichtern derart dicht besetzt sind, dass nur schmale Felstripfen als Ränder zwischen den einzelnen Trichtern fortlaufen. Wie sich aber derartige oberflächliche Aushöhlungen in festen Kalkfels als Einstürze erklären lassen sollen, scheint mir gänzlich unverständlich. Die Karsttrichter sind die Hauptengriffsunkte der chemischen subaërischen Auflösung der Kalkfelsen, und deshalb findet sich auch die unlösliche Asche des Kalks, die Terra rossa, so innig mit den Trichtern vorgesellschaft. Es ist augenscheinlich, dass die Trichter allmählig in Tiefe und Umfang wachsen. Benachbarte Trichter vereinigen sich mit der Zeit in Folge der allmählichen Auflösung der Scheidewand zu Doppeltrichtern u. s. w.“.

рыками, говорить о процессѣ химическаго субэразальнаго разложениа известняка, какъ о главной причинѣ ихъ образованія, устанавливаетъ связь между процессомъ образованія воронокъ и скопленіемъ *tetta rossa*, а также гомологичность воронокъ и геологическихъ органовъ. Но и надъ нимъ еще не потеряла силы господствовавшая тогда теорія проваловъ, такъ что настоящимъ долинамъ (*Einsturzdolinen*) онѣ противопоставляетъ карстовыя воронки (*Karsttrichter*), происшедшія путемъ поверхностнаго выветриванія.

Однако къ концу 80-хъ и началу 90-хъ гг. появилось не мало работъ по карсту, въ которыхъ образованіе долинъ уже трактуется въ духѣ Момисовича. Таковы работы Динера ¹⁾ (*Diener*), Фуггера (*Fugger*) ²⁾, Гернеса ³⁾, въ особенности Цвйича (*Cvijić*) ⁴⁾, Гассерта ⁵⁾; а изъ болѣе позднѣйшихъ, другія работы Цвйича ⁶⁾, Грунда ⁷⁾, Пенка ⁸⁾, Кребса ⁹⁾ и многихъ другихъ. Подъ влияніемъ убѣдительности фактовъ, приводимыхъ этими изслѣдователями, даже нѣкоторые наиболѣе рьяные защитники теоріи проваловъ, какъ напр. Краусъ ¹⁰⁾, измѣнили нѣсколько свою точку зрѣнія и, на ряду съ настоящими долинами провальнаго происхожденія, стали допускать также происхожденіе карстовыхъ воронокъ эрозіоннымъ путемъ. Однако, и здѣсь для Крауса подземная циркуляція играетъ всетаки важную роль, такъ какъ трещины, которыя перерабатываются дѣятельностью просачивающейся воды въ воронки, въ концѣ концовъ проводятъ эту воду къ подземнымъ пещерамъ. Отголосками компромиса между эрозіонной теоріей и теоріей проваловъ являются также классификаціи долинъ Мозера (*Moser*,

¹⁾ *Diener. Libanon. 1886. Petermans Mitt. Ergänzungsheft.*

²⁾ *E. Fugger. Der Untersberg, Zeitsch. des Deutsch. und Oesterr. Alpenvereines 1886.*

³⁾ *Hoernes. Zur Erklärung der Karsterscheinungen (Gaes 1880. XVI).*

⁴⁾ *Cvijić. Das Karstphänomen 1898 г.*

⁵⁾ *Hassert. Beiträge zur physich. Geographie von Montenegro 1895.*

⁶⁾ *Cvijić. Bildung und Dislozierung des Dinarischen Gebirges; Morphologische und glazials Studien и т. д.*

⁷⁾ *Grund. Karsthydrographie; oder же, Morphologie des Dinarischen Gebirges.*

⁸⁾ *Penck. Das Karstphänomen.*

⁹⁾ *Krebs. Das Halbinsel Istrien.*

¹⁰⁾ *Kraus. Höhlenkunde стр. 129 параметры: Einsturzschlünde, echte Dolinen (Einsturzdolinen), Erosionsschlünde (Naturschlünde); unechte Dolinen in anstehendem Gestein (oder Karsttrichter), unechte Dolinen in lockerem Materiale (Seedolinen, Sauglöcher oder Schwemmlandtrichter).*

Karst, стр. 6), который проводит различие между карстовыми воронками (Karsttrichter) и долинами (Dolinen—Einsturzkessel) или Кнебеля (Knebel, Höhlenkunde, стр. 142), где онъ дѣлитъ долины на 2 категории ¹⁾. Во Франціи уже давно Мартель ²⁾ выступилъ горячимъ противникомъ универсальнаго значенія теоріи проваловъ и защитникомъ эрозіоннаго происхожденія естественныхъ шахтъ (abîmes, avens—этихъ излюбленныхъ объектовъ его изслѣдованій); что же касается типичныхъ воронкообразныхъ долинъ, то, отвергая рѣшительно возможность ихъ происхожденія путемъ провала, онъ, тѣмъ не менѣе, высказывается не особенно опредѣленно о тѣхъ процессахъ, которые вызвали ихъ образование ³⁾.

Въ Россіи, повидимому, большей популярностью пользовалась до самаго послѣдняго времени теорія проваловъ, что уже видно изъ того факта, что воронки не только въ обществѣ, но и въ научной литературѣ у насъ назывались часто просто провалами. Преобладаніе такого взгляда на происхожденіе воронокъ объясняется прежде всего тѣмъ, что, по большей части, воронки изучались въ равнинной части Европейской Россіи, гдѣ возникновеніе ихъ въ дѣйствительности представляетъ изъ себя провалъ, но провалъ, распространяющійся только на вышележащія прикрывающія известнякъ отложения (доломитовыя, аллювиальныя и т. д.), что въ нѣкоторыхъ случаяхъ и было доказано геологическими изслѣдованіями, напр. Абихомъ ⁴⁾ относительно тульскихъ проваловъ. Исходя изъ несомнѣнныхъ фактовъ провальнаго происхожденія воронокъ въ средней Россіи, распространяли эту теорію и вообще на возникновеніе долинъ. Къ тому же и специальныхъ изслѣдованій карста въ Россіи производилось мало и большей частью по случайнымъ поводамъ. Когда я впервые, лѣтъ 8 тому назадъ, ознакомившись съ провальными явленіями

¹⁾ У Кнебеля явятся: „Dolinen, welche dem Wasser nur mittelbar ihre Entstehung verdanken, Einsturzdolken“, и „Dolinen, welche unmittelbar vom Wasser gebildet sind. Die Dolinen dieser zweiten Gruppe sind also Producten der oberirdischen subaërischen Abtragung“.

²⁾ E. Martel. Les Sévennes (Etudes des Caussees 1883—1884) — Paris 1890; Les Abîmes (Explorations souterraines 1889—1893) 1894; L'évolution souterraine 1908, La Spéléologie 1900.

³⁾ La Spéléologie стр. 50.

⁴⁾ Abich, Ueber einen in der Nähe von Tula stattgefundenen Erdfall. Melanges physiques et chimiques 1854, т. II, стр. 262.

въ народѣ средней Россіи, перенесъ свои изслѣдованія въ Крымъ, то и тутъ на первыхъ порахъ я былъ склоненъ видѣть въ воронкахъ провальныя образованія, пока наблюденія не убѣдили меня въ полной несостоятельности этой теоріи, по крайней мѣрѣ, въ приложеніи ея къ громадному большинству, если не ко всемъ типичнымъ долинамъ.

Иное дѣло образованіе естественныхъ шахтъ; здѣсь въ нѣкоторыхъ случаяхъ, допустимо и происхожденіе путемъ провала. Что же касается до теоріи провального происхожденія типичныхъ долинъ, то противъ нея говоритъ цѣлый рядъ фактовъ. Начнемъ съ теоретическихъ соображеній. Во многихъ мѣстностяхъ Яйлы и въ другихъ карстовыхъ странахъ, долины встрѣчаются въ такомъ изобиліи, что на кв. версту приходится отъ 40 до 50 и даже больше долинъ. Если дѣйствительно воронки образуются путемъ провала потолка надъ подземными пустотами въ наиболѣе непрочныхъ мѣстахъ послѣдняго, то какъ обширны должны быть эти пустоты, чтобы могло возникнуть такое колоссальное количество долинъ. Принялось бы допустить одно изъ двухъ: или что поверхность той или другой карстовой области покоится цѣликомъ надъ одной громадной пещерой, или что въ глубинѣ этой карстовой области известняковая порода пробуразелена наподобіе сотъ безчисленнымъ множествомъ горизонтальныхъ ходовъ и вертикальныхъ шахтъ. И то и другое является совершенно немислимымъ.

Далѣе, хотя воронки и характерны главнымъ образомъ для горизонтальныхъ площадей, тѣмъ не менѣе, онѣ встрѣчаются и на довольно крутыхъ скалахъ; въ такимъ воронкамъ, какъ это замѣтилъ Монсионовичъ, объясненіе ихъ происхожденія путемъ провала совершенно не приложимо. Затѣмъ, если бы дѣйствительно воронки происходили путемъ провала, то такіа событія должны бы были происходить и на нашихъ глазахъ, а между тѣмъ несомнѣнныя указанія на такого рода образованія долинъ чрезвычайно рѣдки¹⁾.

¹⁾ Марталъ указываетъ въ „La spéléologie“ стр. 47—48, что мѣстообразованіе долинъ въ Австрійскомъ карстѣ только въ исключительныхъ случаяхъ соответствуетъ положенію пещеръ и подземныхъ рѣкъ. Въ окрестностяхъ Адельсберга только долины Стара Анненка, Козеливка и Черная яма соотвѣтствуютъ мѣстамъ провала потолка большихъ пещеръ, но эти долины какъ разъ обнаруживаютъ наибольшія нарушенія на днѣ. Большая же часть долинъ имѣютъ столь ровное дно, что невозможно допустить ихъ образованіе путемъ провала и послѣдующей нивелировки поверхности дна, какъ это думаетъ Краусъ.

Часто приводимыя въ литературѣ указанія на образованіе долинъ путемъ провала относятся къ аллювіальнымъ долинамъ, вообще къ долинамъ въ мѣстностяхъ, гдѣ известняки прикрыты сверху рыхлыми горными породами иного состава, причемъ, какъ уже указано выше, провалъ въ этомъ случаѣ распространяется только на эти послѣднія. Кнебель (Höhlenkunde, стр. 147—148), возражая противъ утвержденія Цвінча, что „неизвѣстно ни одного случая, когда бы долины непосредственно въ известнякѣ образовались путемъ провала“, приводитъ примѣры провального происхожденія долинъ: 1) въ карстѣ Швабской и Франконской Юры, 2) въ карстѣ Крайны (одинъ примѣръ въ 1889 г.), во Франціи, въ департаментѣ Юры (въ 1703, 1712, 1738, 1814 и 1830 год.). Если въ томъ или другомъ единичномъ случаѣ воронки и могли возникнуть путемъ провала, причемъ обломочный матеріалъ загромождать (засыпалъ) соединеніе воронки съ горизонтальной пещерой, какъ это полагаетъ Краузе, то это во всякомъ случаѣ исключеніе, притомъ возможное только тогда, когда горизонтальныя пещеры залегаютъ не глубоко подъ поверхностью. Въ большинствѣ случаевъ на стѣнкахъ воронокъ не наблюдается никакого слѣда нарушенія въ напластованія, дно воронокъ равное, горизонтальное; подъ слоемъ глины или terra rossa отсутствуютъ обломки и глыбы известняка, которыя бы свидѣтельствовали о происшедшемъ здѣсь провалѣ. Наоборотъ, въ тѣхъ случаяхъ, когда долины можно было изучать въ разрѣзѣ, какъ это удавалось Цвінчу, Гассерту и Грун-

Шмидъ и Путикъ прошли Цирингскій рукавъ пещерной рѣки Плавина на протяженіи 5 км., не встрѣтивъ никакихъ слѣдовъ провала, а между тѣмъ долины между Плавинной и Адельсбергомъ расположены такъ густо, что нельзя пройти километра, чтобы не натолкнуться на одну или нѣсколько долинъ. Рѣшительнымъ аргументомъ противъ обобщенія теоріи провального происхожденія долинъ является существованіе долины какъ разъ надъ громаднымъ гротомъ Падиракъ (90 метр. высоты), котлокомъ котораго имѣетъ всего нѣсколько метровъ толщины. Здѣсь, слѣдовательно, долина существуетъ раньше, чѣмъ произойдетъ провалъ. Расчистка одной долины (Zgawtek) въ Моравіи, произведенная Трамплеромъ, привела его не къ подземной галлерей или заваленной пещерѣ, а къ узкой вертикальной трещинѣ, ведущей къ грунтовыми водамъ. Ко всему этому можно прибавить, что многія пещеры, имѣющія значительные размѣры, сохраняли въ полной неприкосновенности свои своды, несмотря на то, что мощность известняка между котломъ и поверхностью весьма незначительна (напр. Падиракъ, большой гротъ въ Нан-сур-Лессе въ Бельгіи, Grotta Gigantea близъ Триеста, Аудиторіумъ въ пещерѣ Marble въ Соедин. Штатахъ и т. д.)

ду¹⁾), оказывалось, что правильность напластования на дни воронок не была нарушена и что конусъ вывѣтривагося известняка, перасыпанный terra rossa, постепенно переходитъ въ свѣжую, не затропугую вывѣтриваніемъ горную породу. Этотъ послѣдній фактъ говоритъ рѣшительно въ пользу того, что долины, въ большинствѣ по крайней мѣрѣ случаевъ, представляютъ чисто поверхностное образование, происходящее вслѣдствіе химическаго вывѣтриванія известняковъ вдоль одной опредѣленной или нѣсколькихъ трещинъ, по которымъ въ глубину просачивается вода. Самое размѣщеніе долинъ часто настолько безпорядочное и неправильное, что трудно было бы допустить соответствующее этому расположеніе подземныхъ ходовъ или пещерныхъ рѣкъ. Наблюдаемое иногда рядовое расположеніе долинъ вовсе еще не свидѣтельствуетъ въ пользу того, чтобы долины, какъ это утверждаютъ вацциники провальской теоріи, нажѣлали собой на поверхности направленіе подземнаго теченія рѣки. Дѣло, какъ мы уже видѣли, объясняется проще: долины приурочиваются къ трещинамъ напластования или къ тектоническимъ трещинамъ, вдоль которыхъ, естественно, коррозійная и эрозійная дѣятельность проявляется особенно энергично. Скопленіе на дни и на склонахъ долинъ глины и terra rossa, въ качествѣ нерастворимаго остатка вывѣтрившейся известняковой горной породы, свидѣтельствуетъ также въ пользу преобладающей роли коррозиі въ образованіи долинъ. Но главнымъ и, на нашъ взглядъ, наиболѣе убѣдительнымъ фактомъ въ пользу коррозиі—является существованіе цѣлаго ряда переходовъ, начиная отъ маленькихъ карровыхъ дыръ и кармановъ въ неповрежденной горной породѣ, черезъ миниатюрныя крошечныя долины до типичныхъ долинъ средней величины и до долинъ, представляющихъ уже переходъ къ котловинамъ болѣе значительнаго размѣра, т.-е. въ увала и полямъ. И что именно химическое вывѣтриваніе, а не эрозія играетъ здѣсь главную роль, съ этимъ согласится всякій, кому пришлось наблюдать карстовыя страны въ теченіе большей части года.

Тамъ, гдѣ бываетъ сибжная зима, воронки и колоды являются по преимуществу мѣстами скопленія большихъ массъ снѣга. Въ

¹⁾ Cvijic. Das Karstphänomen, стр. 43. Hassert. Beiträge zur physischen Geographie Montenegro, стр. 89. Grund. Morphologie des Dinarischen Gebirges; Karsthydrographie.

колодцах, естественных шахтах снѣгъ таетъ особенно медленно, и температура держится круглый годъ очень низкая, такъ какъ, во-первыхъ, зимній холодный воздухъ, опустившійся въ такія углубленія, не можетъ быть вытѣсненъ легкимъ нагрѣтымъ воздухомъ, во-вторыхъ, вслѣдствіе такия часть теплоты затрачивается на этотъ процессъ. Поэтому во многихъ изъ такихъ шахтъ и колодцевъ, какъ это мы наблюдали близъ Ай-Петри, на Чатыр-дагѣ, на Караби, гдѣ въ концѣ іюля конусъ снѣга сохранился на днѣ шахты Паско-Саванъ-Харлыкъ еще до середины іюля ¹⁾ и въ особенности на Канназѣ, на массивѣ Арабина надъ Гаграми ²⁾, гдѣ снѣгъ сохраняется въ теченіе большой части года или круглый годъ. Таяющій постепенно снѣгъ и талыя воды, такъ сказать, все время гложуть

стѣнки такихъ впадинъ, отчего эти послѣднія становятся глубже и шире. Да и въ типичныхъ воронкообразныхъ долинахъ снѣгъ таетъ поздне, чѣмъ на поверхности плато; въ лѣтнее время эти воронки наполнены водой, которая со-

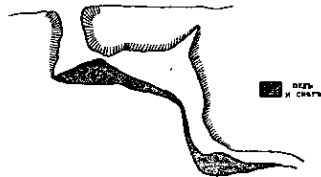


Рис. 17. Схема образованія колодцевъ и естественныхъ шахтъ. Вязу колодезъ-ледникъ на массивѣ Арабина.

вершаетъ свою медленную, но непрерывную химическую работу. На нашъ взглядъ правы тѣ изслѣдователи, которые подобно Цинчу, Гассерту и Шо подчеркиваютъ особенное значеніе снѣга въ процессѣ образованія долинъ. Сказанное, конечно, не исключаетъ участія въ этомъ процессѣ и другихъ гидрометеоровъ, какъ-то дожди, града, росы, инея и поверхностныхъ болѣе значительныхъ потоковъ талъ, гдѣ таковыя существуютъ и поглощаются вышеуказанными углубленіями.

¹⁾ А. Кругерь. Изъ лѣтнихъ странствованій по Кавк. Землеустройство 1911 г., а также Н. Н. Клеппингъ. Леднича пещера Бузлукъ. Записки Крымскаго Общества Естествоиспытателей и Любителей Природы. т. II, 1912 г.

²⁾ А. Кругерь. Поѣздка на Арабикъ. Естествознание и Географія, 1912, № 1.

Самый процесс образования долин рисуется намъ въ такомъ видѣ. Въ мѣстѣ, гдѣ на поверхность выходитъ одна или нѣсколько пересѣкающихся трещинъ, черезъ которыя въ глубину просачиваются дождевыя или талыя воды, естественно образуется углубленіе. Разъ возникло такое углубленіе, оно будетъ концентрировать къ себѣ выпавшіе осадки. Въ образовавшееся углубленіе набирается снѣгъ, куда же преимущественно стекаетъ дождевая вода; вслѣдствіе растворенія, трещины становятся шире, а самое углубленіе—глубже; на днѣ его, если оно покрыто снѣгомъ, происходитъ также энергичнѣе механическое вывѣтриваніе: вода, проникая въ трещины, замерзаетъ и расширяется, благодаря чему отъ горной породы отторгаются маленькіе кусочки. Всѣ эти процессы концентрически подвигаются все дальше, захватывая все новыя и новыя части горной породы, и такимъ образомъ возникаетъ блюдцеобразная, воронкообразная долина или колодезь. Въ зависимости отъ числа трещинъ, ихъ направленія получаются или круглыя или овальныя долины.

Имѣетъ значеніе также ширина и глубина трещины, давшей толчокъ къ образованію долины, а также составъ горной породы. Если толщина и глубина трещины велики и горная порода содержитъ глинистыя частацы въ небольшомъ количествѣ, то трещина въ состояніи, вмѣстѣ съ просачивающейся водой, проводить въ глубину также и продукты разложенія известняка—въ этомъ случаѣ возникаетъ первоначально колодезьобразная долина, а въ концѣ концовъ колодезь-ледникъ или естественная шахта. Если трещина имѣетъ недостаточную ширину и глубину, она вскорѣ совершенно закупоривается и замазывается продуктами разложенія известняка, дно новообразующейся долины становится непроницаемымъ для воды; снѣгъ и вода скопляются въ долинѣ, они уже не могутъ дѣйствовать въглубь, а дѣйствуютъ на боковыя стѣнки углубленія, и получается воронкообразная (когда процессъ первоначально шелъ въ глубину, а затѣмъ только въширь) или блюдцеобразная долина (когда углубленіе долины остановилось рано)¹⁾. Въ пользу преобладающей роли коррозіи въ процессѣ образованія воронокъ и колодезѣй говорятъ также неоднократно наблюдавшіеся нами микіотюрныя, зачаточныя такого рода образованія на

¹⁾ О процессѣ образованія колодезѣй и долинъ смотри также мою статью: *Полѣзка на Арабикъ. Естественныя и Географія*, 1912 г. № 1, стр. 14.

образомъ на стѣнки долинъ и на ихъ дно въ тѣхъ исключительныхъ случаяхъ, когда это послѣднее не замазано всецѣло глиной и соединено съ вертикальными или наклонными трещинами, отводящими воду въ глубину. Необходимо однако имѣть въ виду, что концентрація атмосферныхъ осадковъ въ значительные потоки, какъ это мы уже видѣли при разсмотрѣніи каррообразования, встрѣчается на поверхности карстового плато значительными препятствіями. Во всякомъ случаѣ, намъ кажется невыдерживающимъ критику взглядъ тѣхъ изслѣдователей, которые, подобно Катцеру ¹⁾, приписываютъ выработку долинъ исключительно механической работѣ значительныхъ массъ падающей и крутящейся воды, выдалбливающихъ углубленія въ горной породѣ наподобіе ледниковыхъ колодцевъ (эвразія). Въ своей работѣ Катцеръ ставитъ происхожденіе долинъ въ Босніи, Герцеговинѣ, Черногоріи и Албаніи въ связь съ древнимъ оледѣніемъ этихъ странъ. Когда, вслѣдствіе измѣненія климатическихъ условий, началось въ этихъ странахъ быстрое таяніе ледниковъ и фирновыхъ полей, обширные пространства были залиты водой, способствовавшей выравниванію поверхности. На выравненной и, такъ сказать, начисто обмытой каменной поверхности были выдолблены долины механической дѣятельностью ледниковыхъ водъ.

Водоворотамъ, которые возникли въ неровностяхъ поверхности и въ устьяхъ трещинъ, необходимо, по Катцеру, приписать главную роль при образованіи воронкообразныхъ долинъ, тогда какъ при выработкѣ блюдцеобразныхъ впадинъ могли играть известную роль, въ качествѣ орудія выдалбливанія, также занесенные сюда обломки горной породы и происшедшія отъ ихъ растиранія пески. Коррозія имѣла при этомъ второстепенное значеніе; она могла проявиться болѣе интенсивно только тогда, когда долины были уже выработаны. Въ пользу этой теоріи происхожденія долинъ авторъ приводитъ слѣдующіе факты: 1) подобныя же воронки встрѣчаются въ рассматриваемой мѣстности не только на известнякахъ, но и въ другихъ породахъ, не подвергающихся закарстованію; 2) долины часто располагаются на вершинахъ возвышенностей, поразительно напоминающихъ бараньи лбы; 3) только предлагаемая теорія можетъ объяснить нахожденіе долинъ на перекатѣ поверхности (auf dem Rande eines Gefälleknickes).

¹⁾ Kitz. Karst und Karsthydrographie. Sarajewo 1906.

женія въ глубину этихъ послѣднихъ (certains ont pu être formés au fond et en prolongement des moulins d'anciens glaciers disparus) ¹⁾, тѣмъ не менѣе, Вельино допускаетъ такое происхожденіе только для нѣкоторыхъ авенс, тогда какъ остальные, по его мнѣнію, произошли вслѣдствіе механической эрозиі воды и химическаго дѣйствія снѣга. Мартель также, повидимому, не прочь примѣнить это объясненіе къ способу происхожденія естественныхъ шахтъ на плоскогоріяхъ Коссъ ²⁾.

Мы видимъ, что теорія ледниковыхъ мельницъ (marnites de géants) примѣнялась другими изслѣдователями только къ образованію колодезевъ и естественныхъ шахтъ, въ которыхъ механическая работа воды въ нѣкоторыхъ случаяхъ, несомнѣнно, можетъ быть констатирована. Очевидно, что такая выработка естественныхъ шахтъ въ отдѣльныхъ случаяхъ и возможна, хотя присутствіе ледниковъ и не является для этого необходимымъ условіемъ, такъ какъ естественныя и эрозіонныя шахты могутъ происходить и при современныхъ условіяхъ, дѣйствіемъ атмосферныхъ осадковъ и поверхностныхъ потоковъ.

Совершенно иное дѣло теорія Катцера, претендующая видѣть въ дѣйствіи подледниковыхъ водъ единственную причину образованія типичныхъ долинъ. Однако этому противорѣчитъ цѣлый рядъ фактовъ: 1) приуроченность долинъ къ поверхностямъ, сложеннымъ известняками и вообще растворимыми горными породами, тогда какъ ледниковые котлы распространены во всѣхъ твердыхъ породахъ, представляя однако тамъ сравнительно рѣдкое явленіе; долины же безпорядочно разбросаны тысячами на пространствѣ нѣсколькихъ квадратныхъ верстъ; 2) долины констатированы въ мѣстахъ, которыя завѣдомо никогда не были покрыты ледниками, на разной высотѣ надъ уровнемъ моря и въ разныхъ климатахъ; 3) образованіе долинъ преимущественно зависитъ отъ чистоты известняка, что уже одно указываетъ на преобладающую здѣсь роль химическихъ процессовъ; 4) долины больше всего распространены на ровныхъ поверхностяхъ; долины, встрѣчающіяся иногда на склонахъ и на перегибѣ поверхности, обнаруживаютъ, какъ мы видѣли выше, тѣхъоторое отклоненіе отъ обычной своей формы; 5) въ связи съ процессомъ образованія долинъ находится обра-

¹⁾ Alb. Vegliano. Bollet. del club alpino italiano 1897, стр. 219 и 594.

²⁾ Martel, ibidem, стр. 41.

щих не что иное, как недущія въ глубину трещины, расширенныя и обработанныя дѣятельностью воды. Ихъ характерныя особенности—незначительная ширина по сравненію съ глубиной, извилистое направленіе самыхъ ходовъ, то вертикальныхъ, то круто наклоненныхъ по отношенію къ горизонту, то почти горизонтальныхъ, наблюдаемая на стѣнкахъ нѣкоторыхъ изъ нихъ спиральная или винтообразная штриховка, сводообразное расширеніе нѣкоторыхъ изъ камеръ, свидѣтельствующая о громадномъ гидростатическомъ давленіи скопившейся воды, нахожденіе на днѣ такихъ пещеръ эрозіонныхъ котловъ и отложеніе здѣсь песка и ила—все это свидѣлствуетъ въ пользу того, что здѣсь протекали прежде значительные потоки, работою которыхъ и расширены первоначально узкія трещины. Входныя отверстія нѣкоторыхъ изъ эрозіонныхъ шахтъ поглощаютъ и въ настоящее время воду поверхностныхъ потоковъ, являясь не чѣмъ инымъ, какъ понорами, таковы swallow-holes Ирландіи и Великобританіи, многія катавотры Греціи. Другія представляютъ уже повинутые поворы, тѣмъ не менѣе и эти послѣднія въ нѣкоторыхъ случаяхъ сохранили ведущую къ ихъ устью, сухую въ настоящее время, ложбину стока.

Нѣтъ надобности, конечно, предполагать, чтобы всѣ такіе шахты или вертикальныя пещеры находились въ связи съ постоянными поверхностными рѣками; многія изъ нихъ обязаны своимъ происхожденіемъ временнымъ воднымъ потокамъ, образующимся послѣ таянія снѣга или въ періоды обильныхъ осадками, или даже просачивающейся водѣ. Выработка нѣкоторыхъ изъ нихъ относится ко временамъ давно прошедшимъ, когда количество осадковъ и скопленіе снѣга были болѣе значительны. Въ настоящее время ихъ можно считать до извѣстной степени мертвыми, въ пользу чего свидѣлствуетъ идущее въ нихъ образованіе сталактитовъ. Къ числу такихъ эрозіонныхъ шахтъ я причисляю на Караби-яйгѣ пещеры Терши-хоба, Ябушханг-хоба, Харчига-хоба.

Къ такому же типу вертикальныхъ пещеръ или эрозіонныхъ шахтъ относится значительная часть пещеръ на Крымскихъ яйлахъ, какъ-то: верхніе этажи Скульской пещеры, близъ деревни того же имени въ Байдарской долигѣ, функционирующей и въ настоящее время весной въ качествѣ понора, описанная мною тамъ же Голубиная пещера (Гутерджинг-хоба) и т. д. ¹⁾.

¹⁾ Болѣе подробное описаніе названныхъ пещеръ смотри въ главѣ, посвященной специально пещерамъ.

откесля бы, напр., шахты Паско-савань-харлыхъ, Орта-кошъ и Фасса на Караби-яйль. Последнія двѣ представляютъ совершенно вертикальныя углубленія, на днѣ которыхъ почти круглый годъ сохраняется снѣгъ. Шахта Паско-савань-харлыхъ, имѣющая общую глубину въ 53 метра, состоитъ собственно изъ долины съ пологимъ склономъ и изъ двухъ участковъ отвѣсныхъ (17 м. и 12 метр.), прерываемыхъ болѣе пологимъ склономъ, и наконецъ изъ небольшой камеры на днѣ, имѣющей также довольно пологій склонъ. Противъ исключительно коррозионнаго происхожденія этой

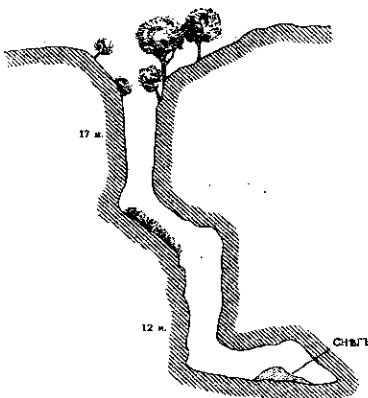


Рис. 22. Естественная шахта Паско-савань-харлыхъ.

естественныхъ шахтъ путемъ провала, — теорія, которая не такъ давно была господствующей. Отмѣтимъ здѣсь же, что эта теорія, по отношенію къ естественнымъ шахтамъ, имѣетъ гораздо болѣе *raison d'être*, чѣмъ по отношенію къ долинамъ. Самые ревностные защитники эрозіоннаго происхожденія шахтъ (*abîmes*), какъ, напр., Мартель¹⁾, не отрицаютъ, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ такия шахты

шахты говорить, на первый взглядъ, смѣна болѣе крутыхъ болѣе пологими склонами, понадоимъ въ виду, что направленіе коррозионной работы всегда бываетъ предначертано направленіемъ существующей трещины. Во многихъ случаяхъ, конечно, нельзя строго разграничить эрозіонную и коррозионную дѣятельность воды, и поэтому вполне правъ Мартель, предлагающій не отдѣлять эти оба фактора одинъ отъ другого.

Остается еще сказать о теоріи происхожденія

¹⁾ См. *Spéléologie*, стр. 39 и дальше. Мартель признаетъ провальное происхожденіе слѣдующихъ шахтъ: *Trou du Tindoul, de Padirac, de Marble-Argent* (въ Пиренѣяхъ), долины С. Каніала (яма и ямы), *cénôtes* Юстата, Гондураса. Сюда же можно отнести *Мачеху* (*Mačocha*), на днѣ которой протекаетъ

5) непосредственное соединѣніе горизонтальныхъ пещеръ или подземной рѣки съ шахтой.

Впрочемъ, отсутствіе этихъ признаковъ еще недостаточно для того, чтобы отрицать провалъ, такъ какъ многіе изъ нихъ могутъ быть замаскированы послѣдующими процессами. Такъ, стѣнки пещеры могутъ, вслѣдствіе выветриванія, утратить слѣды обрушенія, наносы и обломки могутъ быть унесены сильнымъ подземнымъ потокомъ, соединеніе съ пещерой можетъ быть замаскировано и скрыто обвалившимся матеріаломъ въ томъ случаѣ, если данный пещерный ходъ отличался небольшою вмѣстимостью.

Обращаясь въ частности къ естественнымъ шахтамъ Караби-яйлы, мы только относительно трехъ изъ нихъ можемъ допустить происхожденіе путемъ провала—это глубокія и широкія шахты Монастырь-чокракъ и Курючь-агачъ-туткель, и шахта Кара-мурза, отличающаяся сравнительно меньшей глубиной и шириной входного отверстія.

Шахты Монастырь-Чокракъ и Кара-мурза имѣютъ, какъ указано въ таблицѣ, глубины—первая 118—114 м., вторая 84 м.; что касается шахты Курючь-агачъ-туткель, то точно глубина ея не опредѣлена, такъ какъ, во время ея посѣщенія, въ нашемъ распоряженіи была только веревка въ 72 метра, которая не достигала дна.

Опредѣленія же глубины на основаніи времени паденія груза недостаточно точны, если даже принять во вниманіе поправки, предлагаемыя для этого случая Валло (Vallot)¹⁾; къ тому же мы не могли точно опредѣлить вѣсъ камней, которыми пользовались для опыта. Такимъ образомъ, относительно этой шахты можно только съ увѣренностью утверждать, что глубина ея колеблется въ предѣлахъ отъ 100 до 200 метр.²⁾

Шахта Монастырь-чокракъ представляетъ на поверхности грандіозную воронку въ 75—100 метровъ въ поперечникѣ и въ 475—625 м. въ окружности, съ довольно крутыми склонами, густо по-

¹⁾ Vallot (Henri), Le sondage des abîmes et la formule de la pesanteur, „La Montagne“, janvier 1905. Также La spéléologie au XX siècle, Spelunca VI, стр. 581—582.

²⁾ Для груза въ 300 граммъ и предположительности паденія 12 сек. вычисленіе Валло даетъ глубину 308 м. Въ дѣйствительности глубина должна быть меньше, такъ какъ камни, употребленные для измѣренія, имѣли болѣе значительный вѣсъ.

свешныя данныя: значительную глубину и ширину, соединеніе въ глубинѣ съ подземными водами, существованіе каменной перемычки, отдѣляющей другъ отъ друга обѣ шахты, т.-е. такое же отношеніе какъ между ямой и ямкой въ долинахъ св. Камціана. Въ общемъ, шахта Манастирь-човракъ представляетъ грандіозную и въ то же время привлекательную картину, благодаря сочетанію дикой прокати съ темной зеленою окаймляющихъ еѣ деревьевъ и свѣтлыми лужайками на склонахъ.

Шахта Курючь-агачъ-гуткель (пещера ясеняваго дерева) имѣетъ также значительный поперечникъ (50—75 м.) и характеризуется совершенно отвѣсными стѣнками (рис. 12 на стр. 53).

Въ глубинѣ шахты Кара-мурза (злой мурза) также находится вода, но верхнее отверстіе ея представляетъ не объемистую долину, а небольшую, неправильныхъ очертаній яму въ $3\frac{1}{4}$ метр. по большой оси и 2 метра по малой.

Хоти шахта Кара-мурза могла произойти также путемъ внезапнаго провала, но, скорѣе всего, мы имѣемъ здѣсь дѣло только съ эрозіонной вертикальной трещиной, расширенной послѣдующимъ обрушеніемъ стѣнокъ шахты.

Интересную разновидность естественной шахты или глубокаго колодца мы имѣемъ въ шахтѣ Кара-карныхъ-гуткель.

Эта шахта находится не въ долинѣ, а въ наклонной трещинѣ, расколовшей согласно паденію слоевъ горную породу въ направленіи SO—NW, на протяженіи 23 метр. Ширина этой трещины 4 метр., верхній конецъ ея возвышается надъ нижнимъ на 4,7 метр. Глубина трещины повсюду не велика, но у верхняго конца имѣется шахта, повидимому близкая къ вертикальной, глубиной въ $33\frac{1}{2}$ метр. (рис. 25 и 26).

Изъ ледниковыхъ колодцевъ, находящихся близъ Ай-Петри, одинъ достигаетъ также довольно значительной глубины—30 метр. Этотъ колодезь состоитъ изъ четырехъ слявшихся между собой, ямъ, расположенныхъ въ общей воронкѣ. Средняя яма не глубока, всего 7,6 метр., юго-западная достигаетъ глубины 17,25 метр., восточная—18 метр. отъ расширенной площадки въ глубинѣ долины, а отъ верхняго края 18—12, т.-е. 30 м. Средняя яма соединена горизонтальнымъ ходомъ подъ сводами (каменнымъ мостомъ) съ 4-ой, имѣющей глубину въ 6 метр. (смотри рис. на стр. 75). Заключивъ разсмотрѣніе естественныхъ шахтъ и ко-

лодцевъ, указавъ, что глубина самыхъ большихъ изъ нихъ не велика по сравненію съ наиболее глубокими шахтами въ Австрій-

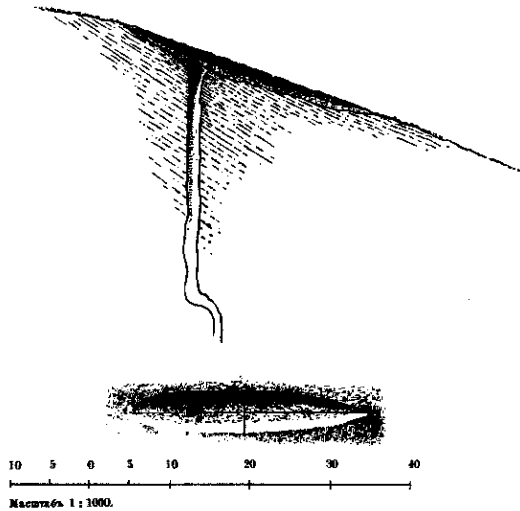


Рис. 25. Разрѣзъ и планъ трещины естественной шахты Кара-карынь-гутааль.

скомъ карстѣ и во Франціи, какъ это видно изъ приводимой ниже таблицы.

Требичскій гротъ	323 м.	} Всѣхъ Австрійскомъ карстѣ, близъ Три- еста.
Качна-яма	304 м.	
Падричъ	273 м.	
Grotta dei Morti	264 м.	
Яма-домъ	230 м.	
Яма близъ С.-Канциана	180 м.	
Ямичка, тамъ же	130 м.	} близъ Лайбаха. въ Моравіи.
Вражья яма (Чортова дыра)	225 м.	
Мачоха (Machocha)	187 м.	
Chourin Martin	Богъе 310 м.	} Франція.
Rabanel	" 212 м.	
Aven Armand	" 207 м.	
Grotte du Paradis	" 200 м.	
Vigne Close	" 190 м.	
Jean—Nouveau	" 178 м.	
Viazac	" 155 м.	

сь поверхностной рѣкой, ушедшей въ глубину. б) Главнѣйшимъ процессомъ, обуславливающимъ возникновеніе долинъ, является коррозія, причемъ особенно большое значеніе имѣетъ скопленіе значительныхъ массъ снѣга и ихъ медленное таяніе. Эрозія играетъ при образованіи долинъ болѣе вспомогательную роль. Въ исключительныхъ случаяхъ долины могутъ возникать путемъ провала.

б) Возникновеніе естественныхъ шахтъ обуславливается эрозіей, коррозіей, а также провалами. Въ зависимости отъ преобладанія того или другого процесса можно различать: а) эрозійныя шахты, б) коррозійныя и в) шахты, возникшія вслѣдствіе провала потолка пещеръ.

7) Вертикальныя пещеры обязаны своимъ происхожденіемъ, главнымъ образомъ, эрозіи, хотя и другіе процессы, какъ-то химическое выѣдываніе и частичныя обвалы—играютъ нѣкоторую роль при ихъ дальнѣйшей формировкѣ.

8) Что касается до типичныхъ долинъ и колодезъ, то ихъ образованіе находится въ зависимости отъ тѣхъ же условій, какъ и образованіе карровъ. Кромѣ того, между карровыми рѣвнинами, котловинами и дырами наблюдается постепенный рядъ переходовъ, такъ что не подлежитъ сомнѣнію, что карры въ нѣкоторыхъ случаяхъ могутъ перерабатываться въ долины и представляютъ первичныя (наиболѣе элементарныя) образованія, превращающіяся при благоприятныхъ къ тому условіяхъ въ долины.

IV.

Карстовыя мушкетеры, „увады“

Кромѣ долинъ, разсѣянныхъ съ большимъ количествомъ на поверхности Яйлы, здѣсь попадаются, хотя и значительно рѣже, впадины (ванны) иного характера, отличающіяся прежде всего своими большими горизонтальными размѣрами и по большей части имѣющія продолговатую вытянутую форму, такъ что большая ось въ 3—6 разъ больше малой. Впервые съ этими ваннами мы познакомились во время посѣщенія Ай-Петринской яйлы. Здѣсь между скалой Шинко и горой Беденкирь расположена одна изъ такихъ котловинъ, которую, между прочимъ, прорѣзываетъ Бахчисарайское шоссе. Боковыя стѣнки этой котловины хотя и не высоки, но довольно круты, особенно съ сѣвера.

очертанія ея весьма неправильныя, такъ какъ отъ главной котловины отходятъ боковые отпрыски, наибольшая ось равна приблизительно 2 верстамъ и идетъ съ С.-В. на Ю.-З.; площадь котловины около 40 десятинъ. Дно ея ровное и слегка покатое къ центру, гдѣ находится озеро, или вѣрнѣе лужа (Ату-голь); оно покрыто довольно мощнымъ слоемъ глины, переходящей сверху въ темно окрашенную почву.

На основаніи буренія Криштафовича ¹⁾ оказалось, что мощность всего рыхлаго слоя земля равна $1\frac{1}{2}$ аршинамъ, а слой чернозема въ $\frac{1}{4}$ арш., причемъ содержаніе гумуса въ немъ не менѣе 6%. Кромѣ вышеупомянутой воронки, превращенной въ лужу и лежащей въ срединѣ котловины, имѣются еще воронки по окраинамъ и на юго-западѣ, въ боковомъ отпрыскѣ, прилежащемъ къ южнымъ склонамъ горы Беденекыръ.

Котловина эта совершенно безлѣсна и поросла хорошей травой, по направленію къ центральному пониженію замѣчается неглубокая извилистая рывина размыва, не обнажающая однако известняковой подпочвы. Небольшой подъемъ, прорѣзываемый точно также Бачисарайскимъ шоссе, отдѣляетъ эту котловину отъ другой, подобной же котловины, лежащей далѣе къ сѣверу-востоку и вытянутой приблизительно съ С.-В. на Ю.-З., т.-е. по простиранію слоевъ. Дно также ровное, задернованное, длина по большой оси около 1 версты, въ поперечникѣ около $\frac{1}{4}$ версты.

Къ западу отъ Ай-Петри и Беденекыра имѣется еще три довольно большихъ котловины, отличающихся отъ только что описанныхъ тѣмъ, что днѣща ихъ (въ особенности самой сѣверной, примыкающей съ запада къ Беденекыру) не отличаются такой ровностью и не имѣютъ равномернаго уклона.

На краяхъ ихъ и на днѣ находятся мѣстами воронки, обнаруживающія рядовое расположеніе. Получается впечатлѣніе, что воронки какъ бы вкраплены въ эту болѣе значительныхъ размѣровъ котловину и обрамлены ихъ стѣнками, почти вездѣ обрывистыми, а иногда и совершенно вертикальными. Ряды воронокъ и длинныя оси котловинъ простіраются приблизительно съ сѣверо-востока на юго-западъ, т.-е. параллельно простиранію слоевъ. Еще далѣе къ западу, на участкѣ Яйлы, расположенномъ надъ д. Лянами,

¹⁾ А. Криштафовичъ, Къ вопросу о растительности Крымской Яйлы. Извѣстія С.-М. Ботаническаго сада, 1907, т. III, стр. 154.

У крутого восточного берега, на высотѣ метровъ 15 надъ дномъ котловины, расположены два отверстия-входа въ небольшія пещеры, представляющія не что иное какъ извилистыя русла подземныхъ рѣкъ, вода по которымъ течетъ только послѣ дождей и весной во время таянія снѣга, когда вся котловина Бештекине затопляется водой. Въ обычное время источники берутъ начало ниже, на днѣ котловины. Затѣмъ два ручейка сливаются другъ съ

другомъ въ одинъ, текущій на сѣверо-западъ. Вскорѣ однако этотъ ручеекъ оканчивается въ „аллювиальной долиинѣ“ (поярѣ) около сѣверо-западныхъ береговъ котловины. Берега или стѣнки котловины мѣстами совершенно отвѣсны и въ этомъ случаѣ изобразжены правильными рытвинками карръ, въ другихъ мѣстахъ онѣ также круты и обнаруживаютъ интересные формы вывѣтриванія въ видѣ колонокъ, башенъ, шпидеръ, и т. д. Мѣстами отъ боковыхъ стѣнокъ благодаря вывѣтриванію отдѣлились небольшіе участки, представляюще въ настоящее



Рис. 28. Котловина Бештекине.

время какъ бы островки среди ровной котловины. Впрочемъ, имѣются такіе останцы и въ довольно значительномъ разстояніи отъ береговъ котловины, что, вмѣстѣ съ неправильнымъ очертаніемъ котловины, даетъ основаніе предположить, что эта котловина образовалась путемъ слиянія двухъ или нѣсколькихъ впадинъ меньшихъ размѣровъ. Прилетающій дагѣ къ западу участокъ ямы отличается весьма перестѣпаннымъ рельефомъ, обиліемъ крутостѣнныхъ воронокъ большей частью незначитель-

слѣдующія характерныя, по его мнѣнію, для польевъ особенности.
1) Ихъ длинная ось направлена параллельно простиранию слоевъ,
2) дно ихъ не имѣетъ обыкновенно однообразнаго уклона, а распадается на нѣсколько независимыхъ другъ отъ друга участковъ, имѣющихъ стокъ къ различнымъ поворамъ и представляющихъ, такимъ образомъ, самостоятельныя бассейны („ihre Boden regelmässig in mehrere Abflussgebiete zerfällt“) ¹⁾.

Что касается до нашихъ котловинъ, то въ нихъ большая ось, направленная съ сѣверо-востока на юго-западъ и съ сѣверо-сѣверо-востока на юго-юго-западъ, повидимому, совпадаетъ съ простираниемъ слоевъ, говорю повидимому потому, что опредѣленіе простирания мною не было сдѣлано. Однако, я вообще не считаю это совпаденіе оси котловины съ простираниемъ слоевъ обязательнымъ для польевъ. Трещины напластованія служатъ въ этихъ случаяхъ мѣстами преимущественнаго, наиболѣе интенсивнаго проявленія эрозійныхъ и коррозійныхъ процессовъ, но такое же значеніе могутъ имѣть трещины дислокаціоннаго происхожденія, напр., трещины сбросовъ; а данный участокъ какъ разъ испыталъ такого рода дислокація (сдвиги и сбросы) ²⁾.

Что же касается второго признака, то наличие его самъ Цвигчъ не считалъ первоначально обязательнымъ (смотри Das Karstphänomen). Очевидно, въ большихъ поляхъ, которыя произошли отъ слиянія многихъ, первоначально самостоятельныхъ котловинъ, могутъ, и даже въ нѣкоторыхъ случаяхъ должны, существовать независимыя другъ отъ друга области стока, но это неприменимо къ маленькимъ полямъ, которыя отличаются отъ долинъ только своими гидрографическими условіями ³⁾.

Цвигчъ, однако, допускаетъ наличие характерныхъ гидрографическихъ условій польевъ и въ большихъ долинахъ, упуская изъ виду, что тогда не будетъ уже никакихъ критеріевъ для различія тѣхъ или другихъ. На стр. 75 „Glaciale und Morphologische Studien“ онъ говоритъ „Die Poljen haben fast alle morphologische

¹⁾ Цвигчъ, *ibidem* стр. 1.

²⁾ Извѣстія геологическаго комитета 1905 г. № 1, стр. 24—26.

³⁾ Я крайне гидрографическимъ условіямъ (на ряду съ другими признаками) придаю наиболѣе значеніе въ вопросахъ о томъ, имѣетъ ли мы дѣло съ полемъ или съ большою долиною, такъ какъ границы котловинъ ни въ какомъ случаѣ не могутъ быть критеріемъ при существованіи постепенныхъ переходовъ.

Еigenschaften mit grösseren Dolinen gemein, so dass in dieser Hinsicht kein tiefer Unterschied zwischen den Poljen und Dolinen besteht; tiefe Dolinen haben zuweilen sogar auch jene besondere hydrographischen Verhältnisse, die den Poljen eigen sind. Zwischen diesen beiden Arten von Gebilden besteht also nur ein quantitativer Unterschied. Die vollkommene Gleichheit der Grundeigenschaften ist ein Beweis, dass auch ihre Entstehungsweise dieselbe ist“.

Обращаясь теперь къ двумъ котловинамъ, которые пересѣкаютъ Бахчисарайское шоссе и которые уже Даниловымъ ¹⁾ были названы „bassins fermés“, т.-е. полями, то ихъ отличие отъ типичныхъ полей состоитъ главнымъ образомъ въ томъ, что онѣ не имѣютъ характерныхъ для полей гидрографическихъ особенностей. Онѣ не орошаются постоянными рѣками, по окраинамъ ихъ не выходятъ никакихъ источниковъ, такъ какъ ихъ днища лежатъ выше уровня грунтовыхъ водъ. Временно, послѣ дождей, по нимъ также въ теченіе болѣе или менѣе продолжительнаго времени протекаютъ потоки дождевой воды, эрозіонной работой которыхъ и созданы описанныя выше рывины; на болѣе или менѣе значительномъ протяженіи они могутъ послѣ сильныхъ дождей превращаться въ озера, причемъ въ наиболѣе пониженныхъ мѣстахъ вода держится иногда очень долго, расходуясь, главнымъ образомъ, только путемъ испаренія. Дѣло въ томъ, что днища этихъ котловинъ выложены слоемъ глины значительной мощности, поглощающія воду трещины замазаны ею, такъ что просачиваніе въ глубинѣ или совсѣмъ не происходитъ или происходитъ только весьма медленно, тамъ, гдѣ благодаря разрыву рывины приблизилась къ толщѣ известняка.

Наконецъ, котловины, которые лежатъ къ западу отъ г. Беденекырь, еще болѣе удаляются отъ типа полей и описанной выше котловины Бенгекне, такъ какъ не имѣютъ ни гидрографическихъ особенностей полей, ни ровнаго дна. Дно и края ихъ углублены, какъ мы видѣли, воронками, расположенными по определеннымъ линіямъ, параллельно простирающаго слоя. Такимъ котловинамъ Цвичъ ²⁾ предложилъ дать названіе „уваля“, какъ ихъ называютъ въ Далмаціи, Босніи и Герцеговинѣ ³⁾.

¹⁾ Daniloff. Le district de Jalta, étude de géographie physique (Thèse de doctorat) Paris, 1906 г.

²⁾ Cvijic, Morphologische und glacielle Studien aus Bosnien, стр. 17, 19, 76, 77.

³⁾ Иногда имъ даютъ въ карстѣ Балканскаго полуострова названіе корито. Тамъ же, стр. 28.

Всѣ же остальные морфологическія особенности этихъ котловинъ общи съ таковыми полей; онѣ имѣютъ удлиненную форму, нѣстами обнаруживаются даже участки съ болѣе ровнымъ дномъ, происшедшіе отъ слиянія нѣсколькихъ долинъ между собой; среди нихъ разбросаны отдѣльныя островныя возвышенности, представляющія, такъ сказать, пощаженныя вывѣтриваніемъ части прежней, болѣе высоко лежавшей поверхности карста. Что ихъ болѣе всего отличаетъ отъ полей, это отсутствіе періодическихъ наводненій, зависящее отъ того, что ихъ дно еще не углублено до горизонта грунтовыхъ водъ, и поэтому не обнажены подземные

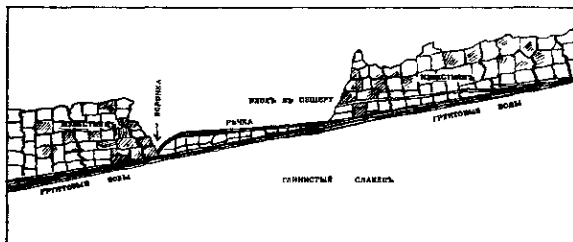


Рис. 32. Разрѣзъ котловины Бентекле по линіи аб, на рис. 28.

водоносные каналы. Нельзя не согласиться съ Цвйчемъ, что эти муьды или котловины представляютъ зародышевую форму полей¹⁾. Мы рассмотримъ нѣсколько далѣе процессъ, благодаря которому „долины“, затѣмъ увала превращаются постепенно въ поля, теперь же перейдемъ къ описанію другихъ подобныхъ котловинъ, съ которыми мнѣ пришлось познакомиться при посѣщеніи различныхъ участковъ Яйлы. Обратимся прежде всего къ такому рода котловинамъ на Караби-яйлѣ.

Восточная часть Караби-яйлы, имѣющая въ общемъ характеръ такой же каменистой пустыни, какъ и описанная ранѣе централь-

¹⁾ Cvijic, ibidem, стр. 19. „Solche Mulden sind die Grundformen, aus denen sich die Poljen entwickeln, sie sind das erste Glied, woraus allmählich die echten Poljen hervorgehen. Wenn aus den Muldensohlen Ebenen hergestellt sind und Grundwasseradern losgelegt werden, dann nehmen auch die hydrographischen Erscheinungen ihren Anfang, die ein Kennzeichen echter Poljen sind“.

желямъ. Остальное дно было покрыто вязкой глиной, и частью заболочено.

Къ востоку отъ описанной сѣти котловинъ имѣется еще другая сѣть, меридіональнаго направленія, на протяженіи приблизительно 5 верстъ, представляющая, однако, уже большое сходство съ оврагомъ, какъ вслѣдствіе меньшей ширины, болѣе равномернаго уклона на сѣверъ и по причинѣ боковыхъ развѣтвленій (отвершковъ), что, повидимому, объясняется болѣе постояннымъ токомъ воды, въ зависимости отъ имѣющихся здѣсь нѣсколькихъ родниковъ.

Кромѣ котловинъ, расположенныхъ въ восточной части Караби-яйлы, одна, довольно значительныхъ размѣровъ, котловина имѣется еще почти въ серединѣ ея, и, по имени имѣющагося здѣсь озера, или вѣрнѣе лужи стоячей воды, была названа мною Сарыкольской котловиной¹⁾. Она вытянута съ С.-В. на Ю.-З., имѣетъ околу 2 версты въ длину и максимумъ (въ самой широкой части), $\frac{1}{4}$ вер. ширины. Склоны котловины поросли листовитымъ лѣсомъ, мѣстами спускающимся на самое дно котловины; на днѣ, въ наиболѣе пониженныхъ мѣстахъ, во время моего посѣщенія этой котловины, совпавшаго съ періодомъ довольно обильныхъ осадковъ, стояли значительныя лужи воды. Въ остальномъ эта котловина ничѣмъ не отличалась отъ другихъ, описанныхъ выше. Необходимо отмѣтить еще, что боковые отпрыски этой ложбины представляютъ явственную коронкообразную форму, что уже само по себѣ наводитъ на мысль на происхожденіе ложбины путемъ сліянія воронокъ, расположенныхъ рядами, въ болѣе сложное образованіе. Еще въ большей степени, чѣмъ для Караби-яйлы, такія мульдобразныя пониженія съ плоскимъ дномъ характерны для Бабутана, гдѣ можно пересѣчь почти всю яйлу съ С.-В. на Ю.-З., двигаясь по ровному дну этихъ котловинъ. Весьма примѣчательно, что здѣсь онѣ ориентированы правильно въ меридіональномъ направленіи, или иногда съ С.-С.-В. на Ю.-Ю.-З., и отдѣлены одна отъ другой стѣнообразными повышеніями, напоминающими искусственно возведенныя человѣкомъ сооруженія изъ плетъ известняка²⁾. Круто, почти вертикально падаютъ эти стѣны ко дну котловинъ, обнаруживая весьма сильное разрушеніе. Онѣ прорѣ-

¹⁾ А. Круберъ. Изъ лѣтнихъ странствованій по Яйла. Землеустройство 1911 г. кн. 1—2.

²⁾ См. въ приложеніи карту Бабутана.

тяжение от 1 до 2 версты, иногда дают также боковые отпрыски менее вытянутой формы и представляющие уже более значительное сходство с типичными „долинами“ больших разгиров. Днища их выстланы мощным слоем суглинка и песка, переходящего в верхних горизонтах в рыхлую, темно-окрашенную почву; сочный ковер травы покрывает их, так что эти котловины представляются зелеными оазисами среди голых, разрушенных и осыпающихся, суровых известняковых стѣн, их обрамляющих.

По дну многих из этих котловин вьется, наподобие зачаточной долины, рывина размыта, ведущая къ пониженному мѣсту котловины и заканчивающаяся небольшим скоплением стоячей воды. В рѣдких только случаях дно такой рывины углублено до известняковой подпочвы и тогда обнажаетъ въ концѣ трещину, которая и отводитъ въ глубину притекающія сюда воды. Такие рывины-овраги особенно характерны для южной части яйлы Бабутана. Одинъ изъ такихъ овраговъ, начинаясь къ западу отъ вершины Зейтинь-копы, постепенно углубляется по направленію къ юго-восточному склону яйлы Бабутана и въ концѣ концовъ прорѣзываетъ не только известняковую толщу, но и подлежащія песчаники, и къ западу отъ горы Хабапъ-кырь представляетъ собою уже настоящее ущелье. А такъ какъ къ сѣверу отъ этого оврага въ меридіональномъ направленіи простирается замкнутая котловина, пока еще сравнительно мало выраженная, то все это вмѣстѣ грозитъ со временемъ перепилить яйлу Бабутана на двѣ половины, указывая намъ, какъ денудация, въ связи съ размывомъ, способна расчленять общую поверхность яйлы на отдѣльные обособленные участки или самостоятельные массивы. И во многихъ другихъ мѣстахъ юго-западнаго Бабутана и слѣдующей за нимъ Никитской яйлы подходятъ съ юга такого рода овраги, расчленяющіе яйлу на отдѣльныя лопасти. Весьма возможно, что успѣшность работы эрозіи здѣсь обусловливается предшествовавшими сбросами и сдвигами, а также песчанымъ характеромъ самихъ известняковъ данныхъ яйлъ, легче поддающихся размыву, чѣмъ чистые мракоровные известняки.

И далѣе къ востоку, на Никитской яйлѣ, мы находимъ такіе же, хотя и менѣе значительныхъ размѣровъ, котловины, какъ и на Бабутанѣ, обнаруживающія совершенно подобныя же морфологиче-

известняковой толщи и заканчивающихся лужами стоячей воды. 6) Нигдѣ въ такихъ котловинахъ не наблюдается естественныхъ шахтъ, входовъ въ пещеры; въ большинствѣ случаевъ отсутствуютъ также поглощающія воду трещины или полоры. 7) Боковыя стѣнки такихъ котловинъ крутыя, часто вертикальныя и обнаруживаютъ слѣды интенсивной коррозионной работы воды.

Такимъ образомъ, всѣ эти котловины, приближаясь къ некоторымъ особенностямъ своего строенія къ полямъ, отличаются отъ этихъ послѣднихъ тѣмъ, что онѣ не имѣютъ гидрографическихъ особенностей послѣднихъ. Если онѣ на время или постоянно затопаются, то это происходитъ не за счетъ циркулирующихъ въ подземныхъ каналахъ вода, а за счетъ атмосферныхъ осадковъ или талыхъ снѣговъ (весной), поступающихъ сюда съ поверхности, здѣсь собирающихся въ наиболѣе пониженныхъ частяхъ котловины и образующихъ постоянныя или временныя озера. Воды ихъ обыкновенно расходуются лишь путемъ испаренія, а только въ исключительныхъ случаяхъ, въ котловинахъ, расположенныхъ на окраинахъ яйлъ, онѣ, наполнивъ до краевъ весь бассейнъ, переливаются черезъ край, проявляя на крутыхъ склонахъ яйлъ сильную эрозійную работу (Когей и оврагъ у горы Хабанъ-кыр).

Что касается до происхожденія этихъ котловинъ, то, по моему мнѣнію, не подлежитъ сомнѣнію, что онѣ образуются въ результатѣ сліянія между собой воронокъ или долинъ, причемъ однимъ изъ наиболѣе важныхъ факторовъ, способствующихъ ихъ образованію, является значительное содержаніе въ известнякѣ глинистыхъ частицъ. Мы видѣли уже, что во всѣхъ рассматриваемыхъ областяхъ Яйлы, гдѣ распространены эти котловины, известняки не отличаются чистотой и содержатъ въ себѣ постороннія примѣси (см. стр. 25). Какъ уже извѣстно изъ предыдущаго изложенія, воронки по большей части располагаются правильными рядами вдоль трещинъ напластованія и дислокацій. Стѣнки воронокъ, благодаря коррозиі и эрозиі, подвергаются постоянному разрушенію. Оставшіеся отъ химическаго разложенія известняковъ глинистые продукты накапливаются постепенно на днѣ воронокъ, горизонтальныя раздѣлы которыхъ становятся все больше, а глубина все меньше. Въ случаѣ, если известняки чисты, получающаяся въ результатѣ ихъ разложенія глина и terra rossa не въ состояніи окончательно

замазать поглощающія отверстия, и накопленіе продуктовъ разложения происходитъ медленно. Въ противоположномъ случаѣ накопленіе продуктовъ разложения идетъ очень быстро, такъ какъ трещины замазаны, долины вмѣсто воронкообразной формы получаютъ блюдцеобразную, коррозионная работа сосредоточивается, главнымъ образомъ, на боковыхъ стѣнкахъ, и въ результатѣ сосѣднія воронки сливаются между собой, образуя двойную воронку болѣе неправильной формы и болѣе значительныхъ размѣровъ. Этотъ процессъ повторяется подъ рядъ нѣсколько разъ, и въ концѣ концовъ образуется ложбина болѣе значительныхъ размѣровъ, причѣмъ на первыхъ порахъ еще замѣтно слианіе ея

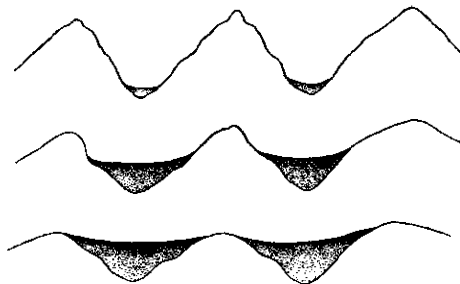


Рис. 38. Схема превращенія долинъ въ ущелья (въ разрывѣ).

изъ ряда воронокъ. Созданный такимъ образомъ пониженіе поверхности становится мѣстами, куда преимущественно сносятся вѣтромъ снѣгъ, гдѣ онъ лежитъ дольше и таетъ медленнѣе, въ особенности на затѣненной отъ солнца сторонѣ ложбинъ, у подножія боковыхъ стѣнокъ, обращенныхъ на сѣверъ. Здѣсь же скопляются и долго держатся талыя и атмосферныя воды, содѣйствуя дальнѣйшему выветриванію стѣнокъ котловины и выравниванію ея дна. Иногда, въ качествѣ слѣдовъ бывшихъ перемычекъ между воронками, сохраняются еще посрединѣ котловины обособленныя возвышенности.

На глинистомъ днѣ котловины поселяется травянистая растительность, превращая ее въ зеленую лужайку, представляющую разительный контрастъ дикимъ отвѣснымъ стѣнкамъ котловины съ ихъ карровыми рытвинами. Долгое стояніе здѣсь талыхъ водъ

весною, превращающих временно все дно котловинъ въ озеро, содѣйствуетъ сочности и богатству травянистой растительности. Однако днища этихъ котловинъ, въ зависимости отъ общаго уклона мѣстности, всетаки не вполне горизонтальны, а потому тамъ, гдѣ цѣлость дериваго покрова нарушена скотомъ или тропинками, послѣ дождей проявляется эрозіонная работа воды, и возникаютъ рывины, ведущія къ лужамъ воды, скопившейся въ наиболѣе пониженныхъ частяхъ котловины. Рѣдко, однако, эти рывины, вследствие большой толщи нахланившихся глинистыхъ отложений, способны углубить свое дно до подлежащихъ известняковъ, поэтому воды расходуются здѣсь преимущественно путемъ испаренія, все же меньшая часть воды просачивается въ глубину и все въ большей степени поверхностная циркуляція замѣняетъ глубинную. Залетающія въ глубинѣ известняковыхъ толщъ грунтовая воды оказываютъ вполне или частично отрѣзанными отъ поверхностныхъ водъ. Вслѣдствіе продолжительнаго стоянія поверхностныхъ водъ въ этихъ котловинахъ, эти послѣднія имѣютъ возможность долгое время дѣйствовать химически на известняковыя стѣнки котловины, что ведетъ за собой въ свою очередь постепенное расширеніе котловинъ. Отъ стѣнокъ котловинъ постоянно отторгаются болѣе или менѣе значительные участки, становящіеся въ свою очередь жертвою коррозионныхъ процессовъ. Отдѣльныя котловины все ближе и ближе подходят одна къ другой и наконецъ сливаются, причемъ только незначительное поднятіе-порогъ — напоминаетъ еще нѣкоторое время о происшедшемъ сліяніи.

Если этотъ процессъ продолжается долго, вся мѣстность постепенно все болѣе и болѣе привеллируется и, такъ сказать, начинается утонать среди продуктовъ разложенія известняка. Невысокія гряды или стѣнки известняка поднимаются только надъ сиволлированными днищами котловинъ, причемъ ихъ параллелизмъ свидѣтельствуетъ въ пользу того, что всѣ эти процессы протекали согласно известнымъ законамъ, были ориентированы вдоль трендінгъ напластованія или тектоническихъ линій. Когда страна достигла такого состоянія, она представляетъ старческую стадию развитія нарта, характеризующуюся общей равнинностью поверхности, незначительными разбѣрами возвышающихся надъ котловинами гребней, большою мощностью глинистыхъ отложений. Въ такомъ именно положеніи находятся айлы Бабугана и Никитская. Если

здѣсь мы не имѣемъ поверхностныхъ рѣкъ, то это зависитъ только отъ того, что площадь ихъ незначительно велика для того, чтобы могли сформироваться эти послѣднія. Кроме того, надо имѣть въ виду, что значительное усиленіе эрозіонной дѣятельности неминуемо вызвало бы обнаженіе известняковъ, и поверхностная горизонтальная циркуляція смѣнилась бы вертикальнымъ движеніемъ воды до подстилающихъ известнякъ водоупорныхъ глинистыхъ сланцевъ. Однако, нѣкоторые приближенія къ захвату того или другого участка Яйлы въ сѣтъ поверхностныхъ рѣкъ мы наблюдаемъ на окраинахъ яйлъ, напримѣръ, Караби (Кюгей), или Бабуганъ (оврагъ близъ Хабанъ-Кыръ). Гдѣ описанныя

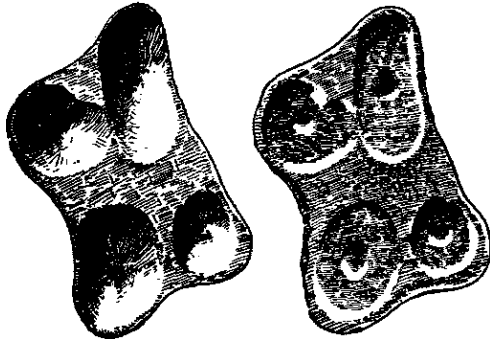


Рис. 39. Схема превращенія воронкокъ въ ушала, въ яйлы.

выше котловины находится въ ближайшемъ соседствѣ съ окраинами Яйлы, тамъ эти котловины, переполняясь весной до краевъ водой, имѣютъ временный поверхностный стокъ, причемъ воды въ виду крутизны склона и быстроты движенія, не располагаютъ достаточнымъ временемъ, чтобы быть истощенными въ толщахъ известняка. Поэтому, какъ мы уже видѣли, онѣ проявляютъ здѣсь энергичную эрозіонную работу, могутъ вскрыть подземные каналы, а потому получить поддержку со стороны грунтовыхъ водъ карста и, наконецъ, могутъ быть захвачены верховьями какой-либо уже ранѣе существующей поверхностной рѣки (вълѣдствіе регрессіи ея верховья). Такимъ путемъ известный, правда узкій, участокъ Яйлы можетъ быть денудированъ до уровня

грунтовых водъ, а даѣ примыкающихъ къ нему лопасти Яйлы оказались разобщенными одна отъ другой возникшей долиной. Несомнѣнно этотъ процессъ, поддерживаемый ранѣе существовавшими тектоническими линіями, облегчавшими работу воды, совершался не разъ и ему необходимо приписать распаденіе нѣкогда болѣе или менѣе непрерывной Яйлы на отдѣльные участки, въ родѣ Чатырдага, Тырке, Демерджи, Караби-яйлы и т. д. Этотъ процессъ еще не завершился, но близокъ къ завершенію въ области Гурузскаго Сѣдла, гдѣ сохранился отъ яйлинскаго плато только узкій гробень, отдѣляющій бассейны сѣвернаго и южнаго склона, причѣмъ многочисленныя верховья р. Писары угрожаютъ совершенно захватить эту область въ свою пользу.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ этотъ процессъ уже закончился, какъ напр. къ сѣверу отъ Караби-яйлы, гдѣ обширная продольная котловина, отдѣляющая Караби-яйлу отъ другихъ изолированныхъ возвышенностей того-же тапа, уже оказывается вскрытой и захваченной въ правильную сѣть поверхностной циркуляціи, такъ какъ дно ея оказалось углубленнымъ до горизонта грунтовыхъ водъ и поэтому стало получать болѣе постоянный притокъ воды. Во многихъ случаяхъ, можетъ быть, этотъ процессъ шелъ черезъ промежуточную стадію образованія полевъ, хотя, какъ мы уже видѣли, изъ всѣхъ описанныхъ котловинъ, только лежащія въ западной части Яйлы, около Ляменъ, могутъ быть отнесены къ категоріи полевъ, тогда какъ всѣ остальные не могутъ претендовать на такую квалификацію. Повидимому, именно составъ известняка въ этихъ послѣднихъ случаяхъ былъ главной причиной, почему не образовались здѣсь поля. Раньше чѣмъ поверхность Яйлы была понижена до грунтовыхъ водъ и были вскрыты подземныя водоносныя жапы, всѣ опоры и проводящія воду трещины были замазаны, катраброваны глиной, просачиваніе воды въ глубину прекратилось, продукты разложенія известняка стали накопляться громадными массами, и эти участки Яйлы несутъ на себѣ явственныя черты дряхлѣющаго нарста, постепенно превращающагося въ некарсть. Отсюда тотъ разительный контрастъ, который представляютъ описанные участки яйлъ съ центральной частью Караби-яйлы и Чатырдагомъ, гдѣ преобладаютъ дѣянія обнаженныя черты ландшафта, зияютъ отверстія естественныхъ шахтъ и вертикальныхъ пещеръ, гдѣ карсть несетъ обликъ полной жизни.

того положенія, что мы здѣсь имѣемъ дѣло именно съ полями, и разъясненію процесса образованія этихъ котловинъ будутъ посвящены дальнѣйшія страницы, а предварительно я считаю необходимымъ познакомить съ существующими воззрѣніями на морфологическія особенности и процессы образованія полей, на основаніи имѣющей о нихъ литературы.

V.

Поля и теорія ихъ происхожденія.

Приступая къ морфологическому описанію полей, мы должны, прежде всего, отмѣтить, что самое названіе поле въ томъ смыслѣ, какъ его употребляетъ сербско-хорватское населеніе, страдаетъ неопредѣленностью и, часто, не имѣетъ ничего общаго съ карстовыми явленіями. Подъ этимъ названіемъ разумѣютъ здѣсь равное мѣсто—поле, засѣянное хлѣбомъ или поросшее травой, независимо отъ способа происхожденія самой равнины ¹⁾. Въ карстовой же литературѣ подъ полями разумѣются болѣе или менѣе удлиненныя, корытообразныя впадины съ ровнымъ дномъ и съ крутыми, иногда совершенно отвѣсными стѣнками. Ихъ продольная ось по крайней мѣрѣ раза въ 2, 3 больше поперечной; иногда превышеніе длинной оси надъ короткой бываетъ еще значительнѣе, въ 10, 20 и даже 30 разъ первая превосходитъ вторую. У этихъ впадинъ преобладаютъ овальныя, круглыя формы, иногда большія поля имѣютъ неправильныя лопастныя очертанія, въ такомъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ нѣсколькими слившимися полями. Характерной особенностью полейъ являются, даждѣ, ихъ гидрографическія условія; поля получаютъ воду изъ карстовыхъ источниковъ, причемъ образовавшіяся изъ этихъ коды рѣки орошаютъ поле на нѣкоторомъ протяженіи и затѣмъ исчезаютъ въ попорахъ. По гидрографическимъ особенностямъ поля могутъ быть подраздѣлены на 3 категоріи: 1) нѣкоторыя изъ нихъ постоянно переполнены водой и представляютъ изъ себя озера, 2) другія затопаются только періодически, въ сезоны наиболѣе обильные осадками, 3) наконецъ, третьи вовсе не зато-

¹⁾ См. при Penck. Geomorphologische Studien aus der Herzegowina. Zeitschrift des Deutsch. und Oesterreich. Alpenvereines. 1900. Bd. 31, стр. 27. а также Grund. Die Karsthydrographie, стр. 192.

пляются; въ этой послѣдней категоріи Цвигтъ устанавливаетъ еще типъ такихъ *сухихъ* полей, которыя совершенно не орошены рѣками ¹⁾. Къ дальнѣйшимъ характернымъ признакамъ полей принадлежитъ то, что они распространены только въ дислоцированныхъ карстовыхъ областяхъ молодыхъ горныхъ системъ. До сихъ поръ поля были описаны въ западной части Балканскаго полуострова, на островахъ Адриатическаго и Ионическаго морей, на лѣлахъ Малой Азіи, въ складчатой Юрѣ, на островѣ Ямайкѣ, въ Апенниннахъ, небольшія поля также на плоскогорьяхъ Косса во Франціи. Въ наиболѣе выраженной формѣ мы ихъ находимъ въ западной Босніи и Герцеговинѣ ²⁾. Такимъ образомъ, какъ говоритъ Пенгъ, „поля не составляютъ необходимаго инвентаря карстовыхъ странъ“.

Цвигтъ придаетъ особенное значеніе еще тому обстоятельству, „что ихъ длинная ось обыкновенно параллельна простиранию слоевъ“ ³⁾. Въ основной работѣ о поляхъ (*Morphologische und glacielle Studien*) онъ считаетъ это совпаденіе длинной оси съ простираниемъ слоевъ правиломъ, не допускающимъ исключенія, и на этомъ строитъ всю свою теорію образованія полей. Однако такое совпаденіе длинной оси съ простираниемъ, повидимому, вовсе не является безусловнымъ признакомъ полей. Такъ, Грундъ ⁴⁾ указываетъ что длинная ось полей пересѣкаетъ направление простирания въ западной Босніи подъ острымъ или даже прямымъ угломъ. Катцеръ ⁵⁾ также отрицаетъ какъ общее правило, этотъ параллелизмъ, и объясняетъ совпаденіе длинной оси съ простираниемъ для многихъ полей тѣмъ, что линіи позднѣйшихъ тектоническихъ нарушеній, къ которымъ въ Босніи приурочены поля, чаще всего совпадаютъ съ простираниемъ. На основаніи имѣющихся данныхъ можно, слѣдовательно, придти къ такому заключенію, что поля связаны или съ основными структурными линіями, или съ *линіями тектоническихъ нарушеній* (линіи сбросовъ).

¹⁾ См. Свигъ. *Das Karstphänomen*, стр. 81.

²⁾ Наиболѣе обстоятельное описаніе полей Босніи и Герцеговины, а также морфологическихъ особенностей полей и ихъ происхожденія, находится въ статьѣ Цвигъ. *Morphologische und glacielle Studien aus Bosnien... Abhandlungen d. k. k. geograph. Gesellschaft in Wien. B. III. № 2.*

³⁾ См. *Karstphänomen*. стр. 95. *Morphologische und glacielle Studien* стр. 5.

⁴⁾ *Grund, Karsthydrographie*, стр. 193.

⁵⁾ *Katzer, Karst und Karsthydrographie* стр. 32.

Далѣ, по мнѣнію Цвѣича, гидрографически поля характеризуются тѣмъ, что дно ихъ распадается на рядъ независимыхъ другъ отъ друга областей склона, и, сообразно съ этимъ, въ поляхъ могутъ существовать уклоны, направленные въ разныя стороны къ соответствующимъ поворамъ.

Надо, однако, имѣть въ виду, что небольшія поля могутъ имѣть, какъ это уже было указано выше, и единообразный склонъ къ одному повору.

Дно полей, обыкновенно, покрыто рыхлыми горными породами: иломъ, глиной, пропавшей отъ разложенія известняковъ, иногда торфомъ, такъ что известняковая подпочва рѣдко гдѣ выходитъ на поверхность на ихъ днѣ. Поля представляютъ, именно, области накопленія продуктовъ разложенія и вывѣтриванія известняковъ. Ручьи и рѣки, проникающіе сюда извнѣ, приносятъ и откладываютъ въ поляхъ свои наносы; къ этому присоединяется еще матеріалъ, смытый дождями со склоновъ (преимущественно глина вывѣтриванія и terra rossa). Со дна полей поднимаются отдѣльными возвышенностями, сложенными изъ того же самаго известняка, какъ и стѣнки полей. Эти островныя возвышенности Пенъ ¹⁾ предлагали называть мозорами въ отличіе отъ моноклюновъ. Сохраненіе моноклюновъ обусловливается твердостью и неподатливостью (въ процессѣ вывѣтриванія) горной породы, тогда какъ для мезорозъ рѣшающее значеніе имѣетъ ихъ расположеніе по отношенію къ рѣчной сѣти. Въ Черногоріи такія возвышенности носятъ также названіе „Нипи“ ²⁾.

Въ каменистыхъ и безводныхъ мѣстностяхъ карста поля являются наиболѣе культурными участками, такъ какъ имѣютъ плодородную рыхлую почву и, обыкновенно, въ достаточной степени снабжены водой. Поэтому нѣтъ ничего удивительнаго, что въ нихъ расположены преимущественно поля и огороды и здѣсь концентрируется населеніе, причемъ поселки располагаются или на склонахъ полей или на самомъ днѣ ихъ, въ мѣстахъ, которые не подвергаются обычнымъ наводненіямъ. Правда, экстремаль-

¹⁾ Penk. Zeitschr. d. Deutsch. u. Oesterreich. Alpenvereines 1900 г., стр. 38. и Grund. Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges. Geographische Abhandlungen, Band. IX, Heft. 3, стр. 205.

²⁾ Hassert. Beiträge zur physischen Geographie von Montenegro 1895. Peterm. Mittell. Ergänzungsheft № 115, а также Cvijić. Morphologische und glacielle Studien aus Bosnien B. I. II, стр. 30.

ординарные, слишком большія или слишком длительныя, наводнения причиняют иногда серьезные убытки населенію, однако благоприятныя условія, протекающія отъ жизни въ поляхъ, перевѣшиваютъ эти неудобства.

По вопросу о происхожденіи полейвъ взгляды довольно сильно расходятся. Въ сущности, всѣ мнѣнія о происхожденіи полейвъ можно свести къ тремъ основнымъ положеніямъ и къ комбинаціямъ этихъ положеній. Происхожденіе полейвъ объясняютъ: 1) проваломъ потолка надъ обширными кустотами, 2) тектоническими процессами, главнымъ образомъ сбросами, отчасти складчатостью, и 3) эрсіей какъ химической, такъ и механической. Первое изъ этихъ объясненій, не такъ давно еще бывшее преобладающимъ, едва ли въ настоящее время имѣетъ много защитниковъ. Согласно этому взгляду, поля образуются такъ же, какъ и „долины“, причемъ между обоими этими образованіями имѣется лишь количественное различіе. Мы уже видѣли, что новѣйшія изысканія показали неприемлемость этой гипотезы относительно большей части „долинъ“, тѣмъ въ меньшей степени такого рода объясненіе можетъ быть распространяемо на поля. Прежде всего, едва ли можно себѣ представить такой грандіозной вмѣстимости подземныя пустоты, которыя бы соответствовали размѣрамъ среднихъ, тѣмъ болѣе, обширныхъ полейвъ, имѣющихъ площадь въ 100 и болѣе квадратныхъ километровъ. Не объясняетъ ничего и дѣлаемое защитниками этой теоріи допущеніе, что обвалъ потолка происходилъ не сразу, а состоялъ изъ ряда послѣдовательныхъ процессовъ, къ тому же распространяющихся на цѣлую систему подземныхъ ходовъ. И въ этомъ послѣднемъ случаѣ, въ результатъ подобныхъ процессовъ могла бы получиться лишь группа небольшихъ сравнительно впадинъ, отдѣленныхъ одна отъ другой неповрежденной горной породой.

Но и помимо этого соображенія, всѣ доводы, приведенные противъ провальнаго происхожденія „долинъ“, имѣютъ мѣсто и по отношенію къ полямъ. Поэтому уже давно защитники провальнаго происхожденія полейвъ, на ряду съ ярвалами, стали допускать и происхожденіе полейвъ эрозіоннымъ путемъ, причемъ это послѣднее объясненіе примѣняли въ особенности къ полямъ большихъ размѣровъ ¹⁾.

¹⁾ Kraus. Höhlenkunde, 1894 г., стр. 142.

Вообще истолкование процесса происхождения полостей путем провала в настоящее время имеет только исторический интерес и, насколько намъ известно, лишь одинъ фонъ-Кнебель ¹⁾ изъ авторовъ, писавшихъ въ последнее время о полостяхъ, еще утверждаетъ, что полости, „образовавшіяся путемъ проваловъ являются, вѣроятно, соответственно большому распространению пещеръ въ карстовыхъ странахъ, наиболѣе многочисленной группой“. Если теорія проваловъ и можетъ быть приложима, то только къ сравнительно узкимъ и небольшимъ полостямъ, какъ напримѣръ, полость Рахбахское (Rachbachkessel), представляющимъ въ сущности, скорѣе, слѣпыя рѣчные долины, чѣмъ полости съ широкимъ дномъ, занимающимъ обширную площадь.

Гораздо многочисленнѣе защитники тектоническаго происхожденія полостей, какъ то Мойсисовичъ, Штахе, Кернеръ, Шубертъ, въ последнее время Пенъ и Грудъ. Долженъ, однако, оговориться, что послѣдніе два автора, хотя и объясняютъ образованіе полостей, главнымъ образомъ, тектоническими причинами, но на ряду съ этимъ допускаютъ и полости эрозіоннаго происхожденія.

Возвративъ Грудъ на образованіе полостей мы рассмотримъ ниже, теперь же остановимся нѣсколько подробнѣе на взглядахъ Мойсисовича ²⁾, тѣмъ болѣе что эти взгляды имѣли въ свое время громадное значеніе (въ особенности въ Австріи) для переоцѣнки прежнихъ теорій карстовыхъ явленій. Мойсисовичъ придаетъ полостямъ первенствующее значеніе въ вопросѣ объ истолкованіи карстовыхъ явленій вообще. „Въ большинствѣ случаевъ“, говоритъ онъ, „полости несутъ на себѣ печать обыкновенныхъ эрозіонныхъ долинъ, выходъ которыхъ загражденъ скалистой преградой (Felsriegel). Всякое объясненіе карстовыхъ явленій должно исходить отъ этихъ слѣпыхъ долинъ. Такъ какъ карстовый феноменъ не представляетъ мѣстнаго явленія, но равномерно распространенъ на широкихъ площадяхъ, то причиной карстовыхъ явленій можетъ быть только какая-нибудь могучая сила, равномерно дѣйствующая на обширномъ пространствѣ. По моему, этой

¹⁾ W. von Knebel. Höhlenkunde, 1906 г., стр. 165. „Die Einsturzpoljen sind entsprechend der grossen Verbreitung des Höhlenphänomens in den Karstgebieten wohl die häufigsten der Poljen“.

²⁾ Ed. von Mojsisovics. Jahrbuch des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereines, 1890.

силой является не что иное, какъ горизонтально дѣйствующее горообразовательное давленіе (*Gebirgsschub*). Если въ горной мѣстности механическая работа долинообразованія прерывается длительнымъ или перемежающимся процессомъ складчатости, то ближайшимъ послѣдствіемъ этого будетъ подпириваніе участковъ долины и превращеніе ихъ въ озера. Если горы сложены изъ нерастворимыхъ въ водѣ горныхъ породъ, то только выполненіе бассейна наносами или механический прорывъ преграды (съ образованіемъ рывины стока), можетъ осушить бассейнъ. Если же горная страна сложена изъ сравнительно легко растворимой горной породы, какъ известнякъ, который, сверхъ того, имѣетъ наклонность къ трещиноватости, то вода сможетъ создать себѣ подземные выходы первоначально въ силу химической, а въ послѣдствіи и механической эрозіи.

„Когда прекратится подпоръ со стороны горообразующаго процесса, или значительно ослабнѣетъ интенсивность послѣдняго, то мало-по-малу, какъ въ слѣдствіе проваловъ потолка надъ пещерами, такъ, одновременно, и въ слѣдствіе субаэральной денудациі, подземные потоки превратятся въ поверхностные, и карстовый процессъ, являющійся, слѣдовательно, особой формой эрозіи въ областяхъ распространенія чистыхъ известняковъ, будетъ законченъ. *Нарушеніе въ начавшемся образованіи долины, является, слѣдовательно, главной причиной развитія карста*“.

Изъ приведеннаго отрывка мы видимъ, что Мойсисовичъ всѣ карстовыя явленія объясняетъ нарушеніемъ въ образованіи долины. Этотъ взглядъ въ настоящее время не можетъ быть принятъ во всей его полнотѣ, такъ какъ основной причиной карста являются свойства горной породы, нарушеніе въ ходѣ долинообразованія представляетъ лишь слѣдствіе, процессы же горообразованія точно такъ же не вызываютъ карстовыхъ явленій, а только даютъ имъ опредѣленное направленіе. Что же касается образованія полей, то оно объясняется Мойсисовичемъ подпириваніемъ долинъ, благодаря горообразующимъ процессамъ, причемъ въ отличіе отъ областей, сложенныхъ изъ нерастворимыхъ породъ, въ карстѣ не образуются озера, или они образуются лишь временно, а вода находитъ себѣ подземный выходъ. По Мойсисовичу, слѣдовательно, поля представляютъ изъ себя не что иное, какъ участки рѣчныхъ долинъ, не получившихъ вполне законченнаго развитія.

Въ сущности, и Грундъ во многомъ слѣдуетъ идеямъ, высказаннымъ Мойсисовичемъ. Въ своемъ сочиненіи „Die Karsthydrographie“ онъ предлагаетъ названіе польевъ оставить только за такими ваннами, происхожденіе которыхъ обуславливается тектоническими причинами. Большая часть польевъ въ западной Босніи представляеть по Грунду „тектоническія области опусканія“ (tektonische Senkungsfelder) или грабены ¹⁾. Такія же области опусканія мы находимъ и въ мѣстностяхъ съ непроницаемыми горными породами, но тамъ отсутствуютъ характерныя для карста гидрографическія условія, а потому такіа ванны и не отличаются тамъ резко по своему ландшафту отъ ближайшихъ окрестностей, какъ это наблюдается въ карстовыхъ поляхъ.

Причиной образованія польевъ, (говоритъ Грундъ, „является повсемѣстно на земной поверхности дѣйствующая сила, послѣдствія которой, однако, иначе проявляются въ карстѣ, чѣмъ въ областяхъ непроницаемыхъ породъ“ ²⁾). Какъ въ этихъ словахъ, такъ и въ изложеніи геологической исторіи польевъ западной Босніи Грундъ близко соприкасается съ идеями Мойсисовича. Указавъ на различную судьбу бассейновъ опусканія (Senkungsfelder) въ восточныхъ Альпахъ и въ Карстѣ, Грундъ, однако, отмѣчаетъ, что былъ моментъ, когда и эти послѣдніе, вслѣдствіе болѣе высокаго стоянія уровня грунтовыхъ водъ, представляли изъ себя озеровидныя расширенія рѣкъ съ поверхностнымъ стокомъ. Различіе между Грундомъ и Мойсисовичемъ заключается лишь въ томъ, что первый образованіе польевъ сводитъ преимущественно въ сбросамъ, тогда какъ второй имѣетъ въ виду, главнымъ образомъ, складчатость.

На ряду съ тектонически обусловленными замкнутыми котловинами существуютъ, однако, по Грунду, и такіа котловины, разработка которыхъ обусловлена механической эрозіей рѣкъ, но всѣ такого рода котловины лежатъ на непроницаемыхъ породахъ ³⁾.

Наконецъ третью категорію представляютъ такіа котловины, въ которыхъ ровная поверхность создавалась вслѣдствіе отложения наносовъ. Такимъ образомъ, мы имѣемъ три типа котловинъ: 1) тектоническія, 2) эрозіонныя (ausgeräumte-опорожненныя) и

¹⁾ Grund. Die Karsthydrographie стр. 191 и 193.

²⁾ Grund, ibidem стр. 194.

³⁾ Grund, ibidem стр. 193.

3) аккумуляционные. Въ зависимости отъ поверхностнаго или подземнаго стока воды, получимъ 6 возможныхъ комбинацій. Какъ уже сказано, только за тектоническими бассейнами Грудъ первоначально предлагать оставить названіе *полюевъ*, для котловинъ второй категоріи, если онѣ имѣютъ поверхностный стокъ, онѣ предложимъ названіе — *эрозионной равнины*; если стокъ подземный — *слѣпой долины*, для котловинъ накопленія (Aufschüttungspoljen) въ обоихъ случаяхъ названіе — *аккумуляционной равнины*¹⁾.

Въ своей второй работѣ²⁾ Грудъ признаетъ, однако, возможнымъ распространить названіе *полюе*, на всѣ котловины, поскольку онѣ имѣютъ подземный стокъ. Онъ признаетъ также, что поля могутъ образоваться какъ путемъ рѣчной эрозіи, такъ и коррозіоннымъ путемъ, согласно взглядамъ Цвѣнча. Однако большая часть *полюевъ* все-таки, по его мнѣнію, тектоническаго происхожденія.

Эрозионная теорія является въ настоящее время наиболѣе распространенной; необходимо имѣть, однако, въ виду, что въ частностяхъ между авторами, придерживающимися этой теоріи, существуютъ довольно значительныя разногласія. Наиболѣе подробно разработана эта теорія въ работахъ Цвѣнча, къ воззрѣніямъ котораго мы и переходимъ. Прежде всего, Цвѣнчъ обращаетъ вниманіе на то, что поля не могутъ быть отождествляемы съ рѣчными долинами, выработка которыхъ была нарушена наростовымъ процессомъ. Хотя въ такомъ взглядѣ и есть доля истины, но онъ, все-таки, не вполне точенъ. Если бы дѣло обстоило такъ, то не было бы никакого различія между слѣпыми долинами и полями, тогда какъ, на самомъ дѣлѣ, онѣ различны какъ въ морфологическихъ, такъ и въ гидрографическихъ отношеніяхъ. Слѣдовательно, одной рѣчной эрозіи недостаточно для образованія *полюевъ*.

Съ другой стороны, „долины“ или воронки имѣютъ цѣлый рядъ морфологическихъ особенностей общихъ полямъ. По мнѣнію

¹⁾ Grund, ibidem, стр. 134.

²⁾ Grund, Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges, стр. 226. „Ich meine, dass es doch vorzuziehen ist, den Begriff Karstpolje im Sinne von Cvijic auf alle grösseren Becken des Karstes anzuwenden, die ebene Sohle und unterirdische Entwässerung besitzen, ob sie nun durch Erosion, Abtragung, mechanische oder chemische Ausräumung oder Akkumulation entstanden sind“.

Цѣпча, нѣкоторыя большія „долины“ характеризуются даже тѣми же гидрографическими особенностями, какъ и поля. Между тѣми и другими ваннами имѣется, слѣдовательно, лишь количественное различіе. Промежуточное звено между „долинами“ и полями составляютъ такъ называемыя *уваля*. Это—вытянутыя по простиранию слоевъ мутьды, часто довольно значительныхъ размѣровъ съ неровнымъ дномъ, покрытымъ „долинами“. По большей части въ нихъ отсутствуютъ также гидрографическія условія, свойственныя полямъ. Впрочемъ, въ нѣкоторыхъ изъ нихъ имѣются небольшіе ровные участки и они орошаются ручейками, которые пересѣкаютъ ихъ отъ источника до попора. Однимъ словомъ, онѣ находятся на пути въ превращеніи въ поля. Происхожденіе *уваля* Цѣпча рисуетъ такимъ образомъ. По его мнѣнію, „долины“ располагаются главнымъ образомъ вдоль линій простирания, такъ какъ эти линіи представляютъ наиболѣе благоприятныя условія для проявленія химической и отчасти механической эрозии. Благодаря процессамъ коррозій, долины постепенно сливаются между собой, такъ какъ отдѣляющія ихъ стѣнки съ теченіемъ времени разрушаются. Въ концѣ-концовъ, изъ ряда долинъ возникаютъ болѣе значительныхъ размѣровъ мутьды, которыя, однако, заключаютъ въ себѣ часть не успѣвшихъ еще слиться между собой воронокъ. При продолжительномъ дѣйствіи коррозионныхъ процессовъ происходитъ все большее выравниваніе дна такихъ мутьдъ, тѣмъ болѣе, что этому содѣйствуетъ скосленіе на днѣ котловины продуктовъ химическаго выѣтриванія известняковъ, сносимыхъ сюда со склоновъ мутьды. Впрочемъ, полного выравниванія никогда не достигается ранѣе, чѣмъ дно этихъ мутьдъ не будетъ понижено до горизонта грунтовыхъ водъ. Благодаря этому послѣднему обстоятельству, вскрывается извѣстное число подземныхъ ходовъ, въ которыхъ циркулируютъ воды. На днѣ мутьды появляется ручеекъ, глѣбиво извивающійся по поверхности и способствующій дальнѣйшему выравниванію дна. Периодически наступающія наводненія въ сезоны, обильные осадками, усиливаютъ коррозионные процессы и содѣйствуютъ дальнѣйшей нивелировке поверхности. Такимъ образомъ, *уваля* превращаются въ поля. Процессъ происходитъ еще быстрѣе, если нѣсколько такихъ *уваля* сливаются между собой и даютъ начало болѣе обширнымъ полямъ. Какъ остатокъ еще не подвергшійся

разрушению первоначально болѣе высоколежащей поверхности карста, сохраняются въ полѣ островныя возвышенности—такъ называемые мозоры или хумы. Соответственно расположенію долинъ вдоль линій простиранія слоевъ, какъ увала, такъ и поля бываютъ также вытянуты въ этомъ направленіи. Такимъ образомъ, въ процессѣ выработки польевъ первоначально наибольшую роль играетъ субаэральная денудация, и только впоследствии въ ней присоединяется механическая эрозійная дѣятельность рѣкъ. Вотъ почему поля и не могутъ быть отождествляемы съ рѣчными долинами, правильное развитіе которыхъ нарушено карстовымъ процессомъ. Съ вѣтшей стороны поля отличаются болѣе широкими дномъ, имѣющими часто округлыя или овальныя очертанія. Бываютъ поля и болѣе неправильной формы (лопастной), и по краямъ къ полямъ примыкаютъ и часто съ ними соединяются мулды, носящія характеръ увала и не успѣвшія еще вполне утратить свою индивидуальность. Сообразно съ такимъ ходомъ образованія польевъ изъ ряда увала, они не имѣютъ паденія въ одномъ опредѣленномъ направленіи и слагаются изъ ряда самостоятельныхъ областей стока ¹⁾.

Рѣки, развивающіяся въ поляхъ лишь послѣ того, какъ поверхность мулды окажется пониженной до уровня грунтовыхъ водъ, представляютъ, согласно воззрѣніямъ Цинча, лишь вторичное явленіе (eine sekundäre Erscheinung). „Они собираютъ воду источниковъ, отводятъ ее къ понорамъ и ускоряютъ выработку особенно большихъ равнинъ на днѣ поля“. Что касается до тектоническихъ процессовъ, то послѣдніе могутъ ускорить процессъ образованія польевъ, такъ какъ по линіямъ дислокацій коррозионныя и эрозійныя силы находятъ преимущественно свое приложение, но сами по себѣ дислокаціи не создаютъ польевъ, а имѣютъ къ нимъ такое же отношеніе, какое онѣ имѣютъ и въ образованіи вообще рѣчныхъ долинъ.

Согласно съ Цинчемъ, и Катцеръ ²⁾ полагаютъ, что поля, хотя и связаны съ тектоническими нарушеніями, но сами по

¹⁾ См. также Grijld. *Morphologische und glaziale Studien. изъ особенности* часть втор., стр. 16, 17, 19, 43 и 75—85., а также *Bildung und Dislocierung des Daanischen Gebirges*. Р. М. 1909. Band 55, VI, VII и VIII.

²⁾ Катцер. *Karst und Karsthydrographie*, стр. 32—42. Катцер. *Ibidem*, стр. 33. „Einige werden direkt als Gletscherhöler zu deuten sein“.

озбѣ тектоническія явленія не создаютъ полейъ, но только способствуютъ (unterstützen) ихъ образованію, тѣмъ болѣе что при столь же или даже болѣе сильныхъ дислокаціяхъ не всегда образуются поля. Правда, тектоническія явленія обуславливаютъ характеръ и интенсивность эрозіи, даютъ толчокъ къ образованію полейъ. Катцерь также является защитникомъ эрозіонной теоріи, но его взглядъ все-таки расходится съ взглядомъ Цвинча. Онъ полагаетъ, что всякое поле было первоначально поверхностной долиной, и что выработка многихъ полейъ происходила благодаря эрозіи во время и непосредственно послѣ великаго оледенія. Это, слѣдовательно, та же самая теорія, которую Катцерь выдвинулъ для объясненія образованія „долинъ“ и несостоятельность которой, въ крайней мѣрѣ, въ примѣненіи къ большинству „долинъ“ была доказана выше. По Катцеру, многія поля не что иное, какъ ледниковыя долины.

Къ сожалѣнію, Катцерь не приводитъ рѣшительно никакихъ доказательствъ въ пользу своей теоріи, обѣщая это сдѣлать въ другой работѣ, которая, поскольку намъ извѣстно, до сихъ поръ не появилась. Не отрицая возможности углубленія и преобразованія долинъ въ ледниковую эпоху и возможности послѣдующаго превращенія этихъ долинъ въ поля, мы полагаемъ, однако, согласно съ Цвинчемъ, что эрозія рѣкъ или подледниковыхъ колъ можетъ создать лишь слѣпую долину (если наступитъ карстовые процессы), а не большое поле, имѣющее округленные и сложные очертанія¹⁾. Наблюденія Грунда показали также, что повсюду, гдѣ наблюдается соотношеніе между ледниками и полями, поля древнѣ ледниковъ²⁾. Нельзя согласиться также съ взглядомъ Катцера, что между „долинами“, увала и полями нѣтъ никакой генетической связи и что эти образованія представляютъ три совершенно независимыхъ другъ отъ друга карстовыхъ формы, имѣющихъ каждая ея одной свойственный характеръ, а отнюдь не являющихся различными стадіями одного и того же послѣдова-

¹⁾ По этому поводу смотри также Грунда, въ Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges, стр. 223. „Bei den meisten Poljen des Dinarischen Gebirges dürfte es aber schwer fallen, in ihrem grosszügigen geradlinigen oder zugerundeten Umriss Flussthäler zu erkennen“.

²⁾ Grund, ibidem стр. 223.

тельного процесса развития". При описании различного типа котловин на крымских яйлах, а также при разборе теории Цинча мы с достаточной, кажется, убедительностью показали, что фактически такие переходы существуют. Таким образом, из всех теорий, приведенных для объяснения процесса образования польев, остаются в силе тектоническая и эрозия. Большинство авторов в новейшее время согласны с этим. Мы видели уже, что и Грунд на ряду с тектоническими полями признает в последней работе также и эрозия (Ausgleichsprofilen). Поэтому мы не считаем нужным входить в рассмотрение его критики на эрозионную гипотезу Цинча в „Karsthydrographie“. На наш взгляд, нельзя отрицать, что некоторые поля обусловлены обродами. Но позволительно задать себе вопрос, будет ли грабен или бассейн опускания в карст непременно полем. Для превращения его два в ровную и сглаженную поверхность поля требуется предварительно нивелирующая работа эрозионных и коррозийных процессов, если только оно не было сглажено раньше, чем произошло опускание. Таким образом, здесь тектоническое нарушение дает лишь толчок к образованию поля, а не вырабатывает его. В конце концов, мы примыкаем к воззрениям Цинча на образование полей с тем только различием, что выработка полей, на наш взгляд, происходит не всегда вдоль линий простиранья слоев, но весьма часто также вдоль трещин дислокаций, представляющих, подобно трещинам напластования, линия наиболее слабой сопротивляемости процессам выветривания и эрозии¹⁾. На наш взгляд, роль тектонических нарушений в процессе образования полей не должна быть преуменьшаема.

По отношению к тектоническим и структурным линиям мы можем получить следующие типы полей:

- 1) Поля-грабены.
- 2) Складчатые поля—нульовые.

¹⁾ И был бы неправ, если бы приписал Цинчу отрицание возможности образования полей вдоль линий дислокаций. Не надо видеть из этого, что Цинч не совсем упускает только нисходящие, тогда как на основании полей с простираньем слоев образует преимущественно западины; на этом, в сущности, строится вся его теория и выводится весьма интересные особенности карстового рельефа.

- 3) Изоклинальные поля.
- 4) Антиклинальные поля (для которых въ нѣмецкой литературѣ предлагается также названіе Aufbruchspoljen).

VI.

Байдарская долина.

Было было указано, что ни одна изъ описанныхъ въ IV главѣ котловинъ, кромѣ небольшихъ ванъ, находящихся на ягѣхъ надъ Лимеями около перевала Эски-Ботазъ, не можетъ быть отнесена къ категоріи полей. По многимъ внѣшнимъ признакамъ напоминаютъ собою поля долины, находящіяся на самой западной окраинѣ Яйлы, именно наиболѣе значительная по своимъ размѣрамъ Байдарская долина и примыкающія въ ней съ запада и юго-запада долины Варнутская, Кайту, Кокія и Ласпимская. Даже при поверхностномъ наблюденіи, накримѣръ, проезжая по Севастопольскому шоссе сначала черезъ долину Варнутки и Кучукъ-Мускомія, а потомъ и черезъ западную часть Байдарской долины, или обозрѣвая эти долины съ окружающихъ ихъ известняковыхъ обрамленій, не въ состояніи бываешь отдѣлаться отъ того впечатлѣнія, что ишьшь проѣхъ собою поля, настолько эти долины своимъ внѣшнимъ видомъ напоминаютъ поля карста. Если съ перевала Пировскаго между обѣими долинами бросить взглядъ на востокъ, то передъ глазами разстилается зеленѣющая Байдарская долина, расцѣпленная пятнами полей и сочныхъ луговъ, съ разбросанными по ней тамъ и сямъ деревушками и отдѣльными невысокими известняковыми горами или холмами, которые подобно островамъ, поднимаются съ почти вполнѣ ровнаго и плоскаго дна долины. На ближайшемъ планѣ долину прорѣзываетъ бѣлая лента шоссе, а далѣе видѣется приотливно извивающаяся долина рѣчки Черной. На горизонтѣ, мѣ какую бы сторону ни обратится, взоръ упирается въ облѣсенныя темныя или покрытыя рѣдкими кустарниками и, поэтому, какъ бы пѣгія известняковыя скалы, составляющія обрамленіе Байдарской долины.

Байдарская долина, дѣйствительно, представляетъ высоко лежащую котловину (высота, вѣхъ предѣловъ рѣчной долины, колеблется между 223 м., 245 м., 250 м. и 270 м.), со всѣхъ сторонъ замкнутую горами. Только въ одномъ мѣстѣ, именно на сѣверо-западѣ,

но значительных размѣров обломки осыпей и обваловъ съ окраинныхъ возвышенностей) дно долины сложено изъ глинистыхъ сланцевъ, петрографически, весьма напоминающихъ глинистые сланцы южнаго берега (Фавръ ихъ относилъ къ лейасу), но относимыхъ К. К. фонъ-Фохтомъ ¹⁾ къ титону. Какъ окраинныя возвышенности, такъ и островныя горы сложены изъ известняковъ, при чемъ на южной окраинѣ развиты верхне-юрскіе известняки (повидному, киммериджскаго и титонскаго возраста), на сѣверной окраинѣ, наряду съ юрскими известняками, констатированы также отложения, промежуточные между юрой и мѣломъ. Впрочемъ, въ деталяхъ расположеніе горныхъ породъ здѣсь значительно болѣе сложное, что объясняется весьма запутанной тектоникой мѣстности.

Вопросъ о происхожденіи Байдарской долины неоднократно былъ предметомъ обсужденія въ научной литературѣ, но, насколько намъ извѣстно, удовлетворительнаго и исчерпывающаго объясненія до сихъ поръ не было дано.

Дюбуа де Монперѣ ²⁾ не касаясь происхожденія собственно Байдарской долины, удѣлялъ, однако, немало вниманія объясненію происхожденія долины Ласпи, причѣмъ главнымъ дѣятелемъ, создавшимъ эту долину, а также долины Кюкія и Кайту, онъ считаетъ вулканическія силы, „кратеръ поднятія“, обусловившій разрушеніе залегающихъ надъ нимъ горныхъ породъ и ихъ горизонтальное и вертикальное передвиженіе. Такое объясненіе въ настоящее время можетъ имѣть только историческій интересъ. Подробно теорія Дюбуа была разсмотрѣна и опровергнута Леваковскимъ. Самъ Леваковскій ³⁾ полагалъ, что „образованіе всѣхъ этихъ долинъ (т.-е. Байдарской, Варнутской и Ласпінской) нельзя приписать дѣйствию размыва“. Это видно уже изъ того обстоятельства, что въ Байдарской долинѣ „масса известняковъ отъ 800 до 1000 фут. толщиной и занимавшая площадь около 150 кв. верстъ, очевидно, не могла быть вынесена безслѣдно, но раздробленія и разрушенія ея дѣйствіемъ воды, черезъ единственное узкое отверстіе, которое представляетъ долина Черной рѣчки, прорѣзывающей пласты того же известняка“.

¹⁾ Фохтъ. Предварительный отчетъ, въ Извѣст. Геолос. Комитета, 1900 г. стр. 125.

²⁾ Dubois de Montperreux. Voyage autour du Caucase et en Crimée, т. V et VI.

³⁾ Леваковскій. Происхожденіе иль образованіе Таврическихъ горъ. Труды Харьковскаго Общества Исѣтительнаго израра, т. XIV, 1861 г.

По мнѣнію Леваковского, и предположеніе о существованіи здѣсь горныхъ озеръ нисколько не помогаетъ рѣшенію вопроса. Противъ разрушающаго дѣйствія воды говорятъ также незначительная глубина долинъ протекающихъ здѣсь рѣчекъ и ручьевъ. Разсматриваемыя долины могли образоваться только вслѣдствіе разрыва пластовъ известняка и *раздвиженіемъ* образовавшихся при этомъ болѣе или менѣе огромныхъ массивовъ. Эти трещины и раздвиженія расколовшихся массъ известняка совершились, конечно, подъ вліяніемъ тѣхъ же самыхъ причинъ, какъ и аналогичныя явленія на Южномъ берегу, т.-е. вслѣдствіе вытолканія пластовъ глинистаго сланца подъ тяжестью тяготящихся надъ ними известняковъ. Въ результатъ этого происходило осѣданіе и горизонтальное передвиженіе известняковыхъ массивовъ, между которыми обнажались залегающіе подъ ними глинистыя сланцы. Такимъ образомъ, по Леваковскому, происхожденіе Байдарской долины объясняется сдвигами въ известняковыхъ массивахъ.

Въ нѣсколькомъ измѣненномъ видѣ, согласно съ новѣйшими теоріями таріажа, мы могли бы объяснить выступанія на поверхности глинистыхъ сланцевъ въ Байдарской долинѣ горизонтальнымъ перемѣщеніемъ верхняго прыва лежащихъ складовъ. Между прочимъ, К. К. фонъ-Фохтъмъ были констатированы такіа лежація складки (изжелѣзковаго известняка) въ водораздѣльномъ хребтѣ между Байдарской и Кокосской долинами: гора Топшанаръ, одна изъ вершинъ Яйлы въ восточномъ обрамленіи Байдарской долины, представляетъ также лежащую складку юрскаго известняка. „Сотношенія такого рода“, говоритъ Фохтъ, „могутъ быть объяснены только значительнымъ горизонтальнымъ перемѣщеніемъ, происшедшимъ одновременно съ образованіемъ складокъ“¹⁾. Никакихъ подробностей объ образованіи Байдарской долины фонъ-Фохтъ, однако, до сихъ поръ не публиковалъ. У него (въ предварительномъ отчетѣ Геологическому Комитету) мы находимъ лишь краткое указаніе, что Байдарская котловина, несомнѣнно, тектоническаго происхожденія и обусловлена какъ складчатостію породъ, участвующихъ въ строеніи этой мѣстности, такъ и нѣсколькими сдвигами.

Въ противорѣчіи съ Леваковскимъ и Фохтомъ находится А. Борисьякъ. Констатировать нѣсколько сдвиговъ и сбросовъ

¹⁾ Изв. Геологич. Комит. 1902, стр. 250.

(о нихъ рѣчь будетъ дальше) въ предѣлахъ Байдарской долины, онъ тѣмъ не менѣе приходитъ къ заключенію, что „собственно Байдарская долина, къ востоку отъ линіи большого сдвига, гораздо болѣе чѣмъ тектоническими процессами обязана своимъ существованіемъ воздѣйствію размыву, частью совершенно скрытому тектоникой этой площади“¹⁾. Точно также и выработку долины Кокія и Кайту Борисьякъ приписываетъ размыву (это изоморфныя долины размыва), и только долина Вериутская продолжаетъ типичную сбросовую долину.

Мы видимъ, такимъ образомъ, что по вопросу о происхожденіи Байдарской и смежныхъ съ ней котловинъ взгляды довольно значительно расходятся и далеко не отличаются опредѣленностью. На нашъ взглядъ, воззрѣнія Борисьяка стоятъ ближе къ истинѣ, но надо только болѣе точно опредѣлить самый терминъ „размывъ“. Нельзя приписывать образованія Байдарской долины и нивелировку ея поверхности до почти полной горизонтальности исключительно рѣчной эрозіи. Рѣки, протекающія по Байдарской долинѣ въ неглубокихъ долинахъ и имѣющія незначительное паденіе, не въ состояніи были произвести такого эффекта. Еще въ большей степени такой процессъ размыва неприменимъ къ остальнымъ замкнутымъ долинамъ, какъ-то Ласпинской, Кокія, Кайту, гдѣ вообще рѣки или отсутствуютъ, или имѣются лишь небольшіе временные потоки. Рѣчной эрозіи при выработкѣ Байдарской долины предшествовала нартовая денудация, ходъ которой былъ подробно замѣченъ Цвѣтчемъ и показанъ нами при разсмотрѣніи теоріи происхожденія полей. Несомнѣнно, при образованіи Байдарской котловины большое значеніе имѣла также тектоническая варушенія, сдвиги и сбросы, но сами по себѣ эти дислокаціи еще не создали бы такой котловины, онъ только по линіямъ нарушенія усилили ходъ коррозійныхъ и эрозійныхъ процессовъ.

Изъ констатированныхъ въ предѣлахъ Байдарской долины дислокацій наибольшее значеніе имѣетъ меридіональный сдвигъ, „проходящій какъ разъ черезъ Байдарскія корыта: западное крыло этого сдвига относительно восточнаго перемѣщено такимъ образомъ, что въ двухъ параллельныхъ хребтахъ, ограничивающихъ обѣ части съ юга и образующихъ въ этомъ мѣстѣ Яйлу, вершины

¹⁾ А. Борисьякъ. Изв. Геол. Комит. 1903 г., № 4, стр. 252—256.

Кутурь-кая и Каламиныхъ-кая (на западѣ) и Чу-баиръ и Мпатка-каасы (на востокѣ) взаимно отвѣчаютъ другъ другу. Между этими хребтами, сложенными изъ известняковъ и конгломератовъ, выходятъ глинистыя породы, которыя, благодаря сдвигу, прерываютъ скалистую яйлу и обуславливаютъ образование Байдарскаго перевала. Вблизи линіи сдвига, по обѣ ея стороны, пласты нагибаются въ стороны движенія сосѣднихъ частей (разорванная горизонтальная флексура), что орографически выражается изгибаніемъ сосѣднихъ хребтовъ, особенно демонстративно обнаруживающимися въ S-образномъ хребтѣ Кокія-Бель. Сдвигъ продолжается и на южномъ берегу: скала, на которой стоитъ Форосская церковь, принадлежитъ восточному крылу, тогда какъ такъ называемая Форосская скала западному. Плоскость сдвига приходится между этими скалами нѣсколько наклонно къ востоку; у подножія церковной скалы можно видѣть дислокаціонную брекчію, а восточный скловъ Форосскаго массива обнаруживаетъ изгибаніе поверхностнаго слоя въ направленіи передвигенія сосѣдняго крыла¹⁾. Вообще въ этой части Крымской яйлы мы имѣемъ дѣло съ интенсивнымъ раздробленіемъ известняковъ яйлы, влекущимъ за собой образование новыхъ трещинъ, осѣданіе большихъ известняковыхъ глыбъ и образование обваловъ. Крутыя скалы нѣ морю представляютъ здѣсь невѣроятный хаосъ камней.

Кромѣ упомянутаго большого сдвига, А. Борискомъ были констатированы въ западной части Байдарской долины „отчетливый“ сбросъ, причемъ линія сброса совпадаетъ съ Ятинскимъ шоссе на протяженіи отъ казармъ противъ деревни Варнутия по направленію къ востоку черезъ Перовскій перевалъ; южное крыло его опущено, и хребетъ Бюжъ-коль-бурунъ повторяетъ ту же свиту породъ, которая слагаетъ яйлу надъ Ласли²⁾. „Несомнѣнно,—говоритъ Борискомъ, —такіе же обросы существуютъ и къ востоку отъ линіи сдвига, но вследствие преобладанія въ этой части мягкихъ породъ, они замаскированы подвѣтшей денудацией“. Констатированы были сбросы и сдвиги также и по сѣверной окраинѣ Байдарской долины³⁾. Далѣе В. Д. Соколовъ предполагаетъ существованіе

¹⁾ См. отчеты А. Борискомъ въ Известіяхъ Геологическаго Комитета 1903 г. стр. 253 и 1904 г., стр. 78.

²⁾ Известія Геол. Комитета 1904, стр. 18.

³⁾ Известія Геол. Комитета 1903, стр. 253.

большого диагонального по отношению къ Байдарской долины сброса, проходящего от Севастопольской бухты по течению рѣки Черной въ деревнѣ Скала и далѣе черезъ Кикенензъ и Лимены-богазы до окраины южнаго берега ¹⁾.

Всѣ приведенныя данныя согласно показываютъ, что дислокація въ области Байдарской долины достигала большой интенсивности. Складчатость здѣсь сопровождалась горизонтальнымъ перемѣщеніемъ (параллельно) оторванныхъ частей лежащихъ складокъ и была осложнена, вѣроятно, впослѣдствіи рядомъ сдвиговъ и сбросовъ.

Такого рода варушенія, однако, сами по себѣ еще не создали долины. Характерно, между прочимъ и то обстоятельство, что границы долины далеко не вездѣ совпадаютъ съ линіями тектоническихъ нарушеній. Кромѣ того, на нашъ взглядъ, даже горизонтальныя перемѣщенія известняковыхъ глыбъ не въ состояніи объяснить какъ происхожденіе котловинъ, такъ и удаленіе известковой толщи, отъ которой сохранилось только нѣсколько изолированныхъ скалъ. Съ точки зрѣнія географа современныя формы рельефа не могутъ быть, въ большинствѣ случаевъ, истолкованы одной тектоникой безъ участія экзогенныхъ силъ. Въ данномъ случаѣ ключъ къ пониманію даютъ намъ приведенные выше процессы образованія крупныхъ воронокъ („долинъ“), увала и полейскъ. Мы уже видѣли, что какъ разъ на Яйлтѣ, прилегающей къ Байдарской долины и далѣе на востокъ, приблизительно до Эски-богаза, наблюдается тенденція къ образованію большихъ воронокъ и значительныхъ размѣровъ замкнутыхъ котловинъ (вродѣ Бантекне) съ ровнымъ дномъ и характерной для полейскъ гидрографіей. У самой восточной окраины Байдарской долины на Яйлтѣ наблюдаются подобныя же котловинныя, напр., урочища Хавалытъ, урочища Большой и Малый Бабулганъ.

Имѣются здѣсь и слѣдныя рѣчныя долины, какую представляетъ Узунджійская долина, отдѣленная отъ Байдарской долины небольшою грядой Куртъ-Кая. Въ верхней части этой долины течетъ рѣчка Суушъ-су, пропадаящая ниже деревни Узунджи среди заваленнаго галькой русла. Въ сухое время вода не доходитъ и до деревни, такъ какъ на пути вся поглощается понорами.

¹⁾ Bulletin de la Société des Naturalistes de Moscou 1896, т. 4, стр. 24. Правда, изслѣдованія Бориска не подтверждаютъ существованія этого сброса въ той его части, которая представляетъ впадину р. Черной.

Очевидно, что всё эти ванны и слёпные долины, в силу процесса главным образом коррозии, должны постепенно расширяться, соединяться друг с другом и образовывать котловины все большего размера. Таким именно способом, на наш взгляд, образовалась Байдарская долина. В пользу этого говорит также существование боковых выступов и неправильные очертания долины. Некоторые из этих бухточек, еще не втянутые в общую для Байдарской долины систему рёки Черной, например долина Кайту, не утратили вполне своей самостоятельности. Но при углублении для этих котловин стали вскрываться подземные каналы, проводящие грунтовые воды, и к работам поверхностных осадков присоединялась также работа карстовых вод. Возможно, что временами (во влажный сезон) котловины стали на более и менее продолжительный срок затапливаться водой. Все это должно было вести к усилению коррозионных процессов, к выравниванию дна котловины, тем более что она, естественно, являлась местом скопления продуктов выветривания известняка и накопления рыхлых масс, сносимых сюда извне. Первоначально сток из котловин происходил водосными путями, во как скоро на большей части протяжения дна долины оказалась денудированным до подстилающих известняков непроницаемых глинистых сланцев, все в большей мере стала получать преобладание поверхностная циркуляция, и тем интенсивнее становилась эрозийная деятельность рёки. В конце концов, дно котловины оказалось сивеллированным, и образовалась правильная система рёки Черной. Сохранились только в качестве „мозоров“ небольшие скалы известняка в местах, наименее подверженных речной эрозии.

Еще до достижения этой стадии, по всей вероятности, рёка Черная получила сток в Севастопольскую бухту, и, таким образом, первоначальное поле оказалось вскрытым.

Прорыв рёки Черной через барьер окаймляющих гор происходит в каньонообразной долине, начинающейся у скалы Кизиль-Кая на восток и заканчивающейся у деревни Чоргут на запад. Протяжение ущелья около 12—14 верст. При начале прорыва высится красная, как бы ножом срезанная скала Кизиль-Кая, подножие которой поросло кустарником. На некотором протяжении, приблизительно в $\frac{1}{4}$ версты, по

овъ склоненъ се отвергнуть на томъ основаніи, что „предположеніе о существованіи здѣсь горнаго озера нисколько не помогло бы рѣшенію вопроса о способѣ образованія разсматриваемой долины“ ¹⁾. Между прочимъ, онъ указываетъ, что дно долины представляетъ лишь незначительные слѣды разрушающаго вліянія текучей воды, выраженные неглубокими долинами протекающихъ по ней рѣчекъ и ручьевъ, которые прорѣзаны въ глинистой почвѣ съ примѣсомъ небольшихъ глыбокъ. Последнее указаніе для насъ интересно въ томъ отношеніи, что подтверждаетъ наше мнѣніе о томъ, что одной рѣчной эрозіи было недостаточно для образованія указанной долины, выработка которой была обусловлена первоначально ходомъ карстовыхъ процессовъ и только окончательное выравниваніе (нивелировка) позднѣйшей рѣчной денудацией. Что же касается до озернаго происхожденія долины, то противъ этого говорить отсутствіе въ геологической литературѣ указаній на озерныя отложенія и террасы, которыя бы намѣчали прежній болѣе высокій уровень стоянія воды. По крайней мѣрѣ, мнѣ такіа указанія не встрѣчались. Собственные же мои наблюденія въ Байдарской долинѣ, также не обнаружившія признаковъ болѣе высокаго стоянія воды въ долинѣ, были слишкомъ бѣдными, чтобы имѣть рѣшающее значеніе.

Такимъ образомъ, и въ пользу этой теоріи пока не существуетъ прямыхъ доказательствъ.

4) Слѣдующая теорія образованія прорыва, путемъ регрессіи (отступанія) рѣки Черной, мало-по-малу выдвигавшейся своими верховьями въ горную гряду, отграничивающую съ СЗ. Байдарскую долину и перенимающую ее, кажется намъ болѣе правдоподобной.

Этому процессу должны были содѣйствовать также интенсивныя дислокаціи сбросоваго и сдвиговаго характера, такъ сказать расшатавшія цѣлость горной гряды и облегчившія эрозионную работу рѣки. Прорвавшись черезъ горную гряду, р. Черная захватила въ свою пользу медленно протекавшіе по долинѣ ручьи и рѣки и создала изъ нихъ одну общую систему. Прямыхъ доказательствъ въ пользу такого именно хода процесса мы едва ли можемъ раз-

¹⁾ Леваковский. Труды Общества Испытателей природы при Харьковскомъ Университетѣ 1881 г., т. XIV, стр. 170.

считывать найти: а) вследствие сходного петрографического характера горь, составляющих обрамление Байдарской долины, какъ въ ея сѣверной, такъ и въ ея южной частяхъ, такъ и б) вълѣдствіе значительныхъ колебаній въ дебетѣ р. Черной, не позволяющихъ поэтому основываться на величинѣ гальки.

5) Последняя теорія антицедентная, которая бы могла быть приложена къ объясненію прорыва, не заслуживаетъ потому подробнаго разсмотрѣнія, что нѣтъ никакихъ данныхъ предполагать болѣе позднее поднятіе въ области прорыва рѣки Черной по сравнению съ дислокаціями въ ея верхнемъ теченіи ¹⁾).

Такимъ образомъ, изъ всѣхъ разсмотрѣнныхъ способовъ образования прорыва рѣки Черной наиболѣе вѣроятными являются: 1) образование долины прорыва вълѣдствіе обвала потолка надъ пещерной рѣкой, 2) вълѣдствіе отступанія (регрессіи) верховьевъ рѣки, впадающей въ Севастопольскую бухту, и захвата ею системы рѣчекъ и ручьевъ, орошавшихъ Байдарскую долину, причѣмъ этому процессу могли способствовать также и тектонические процессы.

Рѣшить, какой изъ этихъ процессовъ дѣйствительно имѣлъ мѣсто, мы не беремся. Возможно, что и отвергнутыя нами рѣшенія вопроса о прорывѣ окажутся не столь шаткими, какъ намъ казалось.

Вообще, рѣшеніе этого вопроса принадлежитъ всецѣло компетенціи геологовъ, если же мы позволимъ себѣ коснуться этого вопроса и разсмотрѣть правдоподобность той или другой теоріи въ приложеніи къ данному случаю, то только потому, что въ геологической литературѣ, насколько намъ извѣстно, положительныхъ данныхъ отсутствуютъ. Не сомнѣваясь въ карстовой природѣ Байдарской долины, мы должны были, по крайней мѣрѣ, намѣтить тѣ процессы, которые превратили эту замкнутую котловину въ *открытое море*, которымъ оно является въ настоящее время.

Другія долины, лежащія къ западу и юго-западу отъ Байдарской, Варнутокая, Кайтѣ, Кокія и Ласпинская, въ общихъ чертахъ по своему происхожденію сходны съ Байдарской. При образованіи всѣхъ этихъ долинъ имѣли большое значеніе тектонические про-

¹⁾ Тоже самое относится и къ теоріи Мориса Люжона, объясняющаго происхожденіе поперечныхъ долинъ опусканіемъ оси складокъ по линіи перпендикулярной къ ихъ направленію. Въ данномъ случаѣ рѣка Черная пересѣкаетъ прогряду не перпендикулярно, а вѣсьма простиранію складокъ.

пессы, въ особенности сдвинуты; во всѣхъ этихъ долинахъ дно за исключеніемъ отдѣльных известковых скалъ (напр., въ Ласпинской долинѣ скала Св. Ильи или Ласпи), сложено изъ глинистыхъ сланцевъ, а по краямъ возвышаются известняковыя горы.

Долина Варнутская имѣетъ съ Байдарской еще ту общую черту, что она также является не нколѣ замкнутой, а вскрыта притокомъ р. Черной (такъ называемый Сухой оврагъ). Образование этихъ котловинъ, однако, не можетъ быть объяснено исключительно одними тектоническими причинами, а должно быть отнесено насчетъ карстовой, а отчасти и рѣчной денудациі (въ Варнутской долинѣ).

VII.

Гидрографія карста.

(Глубинная.)

Поверхностныя воды въ карстѣ являются только въ видѣ исключенія. Лишь особенно сильныя рѣки, берущія начало въ области непроницаемыхъ породъ, въ состояніи сохраниться на поверхности карста, углубивъ свое русло до уровня грунтовыхъ водъ. Большая же часть атмосферныхъ осадковъ, непосредственно послѣ своего выпаденія, а также воды, получающіяся отъ конденсаціи паровъ, проникающихъ въ трещины породы вмѣстѣ съ воздухомъ, уходятъ въ карстовыхъ странахъ по трещинамъ въ глубину. Вслѣдствіе этого поверхность въ известняковыхъ странахъ, даже послѣ сильнаго дождя, очень быстро просыхаетъ, такъ какъ выпавшіе осадки задерживаются только на тѣхъ участкахъ горной породы, которые не пересѣкаются трещинами и, въ тому же, не имѣютъ уклона, согласно которому вода принуждена стекать въ болѣе пониженные мѣста, именно въ „долины“, увала и поля, гдѣ, благодаря непроницаемой глинѣ, устилающей дно этихъ котловинъ, она можетъ въ теченіе болѣе или менѣе продолжительнаго времени скопляться, такъ какъ при отсутствіи уклона (напримѣръ въ „долинахъ“) она здѣсь расходится исключительно путемъ испаренія.

Просачиваніе воды въ глубину совершается по трещинамъ, и отъ степени трещиноватости зависитъ, слѣдовательно, прежде всего поглотительная способность известняковъ. Самъ по себѣ известнякъ не представляетъ проницаемой породы, такъ какъ только

трещины, а не сама порода пропускают воду, при чем вода не может проникнуть внутрь компактных масс пород¹⁾.

Но поглотительная способность известняков была бы весьма незначительна и не отличалась бы от поглотительной способности других трещиноватых пород, если бы воды, проникая в трещины, не растворяли бы горную породу и не расширяли бы с течением времени трещины. На самом же деле вода во время своего движения по трещинам растворяет и уносит известное количество горной породы, постепенно расширяя трещины и превращая их в более вместимые пустоты или пещеры. Таким образом, выработка пещер зависит от двух факторов—от степени трещиноватости известняков и от их растворимости.

Возникновение трещин в свою очередь может происходить от целого ряда причин, причем наиболее важными являются тектонические процессы: сброс, складчатость и испытываемая при этом горной породой давление и кручение, процессы динамоморфизма.

Известно, хотя и меньшее значение имеют также доломитизация известняков, влекущая за собой изменения объема горной породы, так как плотность ее изменяется от 2,7 до 2,9, неравномерное нагревание и последующее остывание горной породы, создающая мелкие поверхностные трещины, так называемые лептоклазы. Кроме трещин дислокаций, и трещины напластования представляют удобные пути для движения воды в глубину, в случае нарушенного и вообще не горизонтального залегания слоев. В концѣ-концовъ, мы приходимъ къ заключенію, что пути, по которымъ происходитъ проникновение воды въ глубину въ большинствѣ случаевъ заранее predetermined характеромъ залеганія горной породы и испытанными ею дислокаціями. Надо, однако, имѣть въ виду, что при извѣстныхъ условіяхъ скопленіе воды передъ какой-нибудь преградой и испытываемое ею здѣсь сильное гидростатическое давленіе способны создать трещины и въ неповрежденной горной породѣ.

¹⁾ Daurbe. Les eaux souterraines, т. I, противопоставляетъ породамъ съ прямой проницаемостью (perméabilité directe ou perméabilité au petit) породы, проницаемыя, трещиноватая (perméabilité en grand ou indirecte). См. также E. Martel. Les Abimes, стр. 526—527.

Такъ какъ трещины, возникающія подъ влияніемъ тектоническихъ причинъ, какъ это показали лабораторные опыты Добре и проф. Ф. Тула ¹⁾ и наблюденія въ горныхъ мѣстностяхъ, имѣютъ извѣстное законообразное расположеніе по отношенію къ направленію горообразующихъ силъ, то естественно, что и выработавшіяся изъ нихъ съ теченіемъ времени пустоты и пещеры обнаруживаютъ такую же связь съ направленіемъ горообразующихъ силъ.

Такъ, судя по плану Адельсбергской пещеры, здѣсь можно подмѣтить два преобладающихъ направленія подземныхъ ходовъ, именно *NW—SO* и *NNO—SSW*; въ пещерѣ Брамбю, во Франціи пещерные ходы располагаются по тремъ пересѣкающимся направленіямъ: *N—S*, *NNW—SSO* и *WSW—OSO*; въ пещерахъ С.-Ганциана преобладаютъ два направленія ²⁾; во Франконской Юрѣ преобладаютъ трещины и ходы въ направленіяхъ *NNW—SSO* *ONO—WS.W* и т. д. ³⁾. Относительно Крыма еще Листовымъ ⁴⁾ было указано на преобладаніе направленій длинныхъ осей разрыва на *NO* и короткихъ на *NW* въ пещерахъ и на законообразное расположеніе входныхъ отверстій пещеръ, обращенныхъ къ *NO*, находящееся, по его мнѣнію, въ связи съ направленіемъ главнѣйшихъ дислокацій. Хотя относительно расположенія входныхъ отверстій собранный мною матеріалъ (смотри планы) и не подтверждаетъ высказаннаго Листовымъ мнѣнія, но преобладающія направленія, по которымъ ориентированы наиболѣе длинныя пещерные ходы, дѣйствительно *NO—SW* и *NW—SO* или *NNW—SSO* и *NNO—SSW*, т.-е. совпадаютъ или съ простираніемъ горныхъ породъ, или съ направленіемъ дислокаціонныхъ линій.

Въ прообразованіи нѣбующихся въ известнякахъ трещекъ въ подземные ходы и пещеры важнѣйшую роль играетъ коррозійная дѣятельность воды. Уже одинъ такой фактъ, что сколько-нибудь значительныхъ размѣровъ пещеры встрѣчаются исключительно въ растворимыхъ горныхъ породахъ: въ гипсахъ, каменной соли,

¹⁾ A. Daubrée. Etudes synthétiques de géologie expérimentale. Paris, 1879—1890. Dr. Franz Toula. Schrumpfungversuche. Peterm. Mitt. 1914, II, стр. 8.

²⁾ Патроа. по Грину. Grund. Beiträge zur Morphologie, стр. 142.

³⁾ A. Naeschl. Die Höhlen der Fränkischen Schweiz und ihre Bedeutung für die Entstehung der dortigen Thäler. 1904 г.

⁴⁾ Ю. Листовъ. Давленіе о тектоникѣ Таврич. горъ. Мат. по геол. Рос., т. VIII.

доломитахъ и известнякахъ, указывать, что растворенію горной породы водой надо приписать главную роль въ процессъ образования пещеръ.

О растворимости известняка даетъ понятіе слѣдующая таблица, составленная по Фрезеніусу и Лассеню (Lassaigne); 10000 частей воды растворяютъ:

а) если вода не содержитъ углекислоты

$$\text{при температурѣ } \left\{ \begin{array}{l} 15^{\circ} - 0,9494 \text{ частицъ известняка} \\ 100^{\circ} - 1,132 \end{array} \right.$$

б) если вода насыщена углекислотой

$$\text{при температурѣ } \left\{ \begin{array}{l} 0^{\circ} - 7,0 \text{ частицъ известн.} \\ 15^{\circ} - 10,0 \end{array} \right.$$

Другіе изслѣдователи, однако, устанавливаютъ значительно меньшую растворимость известняка. По Грехему (Graham), Миллеру и Гофмюну 10000 частей воды растворяютъ лишь 0,343 части углекислой извести; по Вино—0,16—0,2 части, по Крузе—0,36 ч. и т. д. Въ среднемъ слѣдуетъ, что 10000 вѣсовыхъ частей холодной воды растворяютъ — 0,316 вѣсовыхъ частей углекислой извести ¹⁾.

Отсюда вытекаетъ, что чистая дистиллированная вода въ состояніи растворить отъ $\frac{1}{3}$ до 1 частицы известняка на 10000 ч. воды, тогда какъ вода, насыщенная углекислотой, растворяетъ въ 10—30 разъ больше. Такое увеличеніе растворимости известняка въ присутствіи углекислоты объясняется тѣмъ, что растворимость бикарбоната кальція и магнія болѣе значительна.

Такъ какъ атмосферные осадки, проходя черезъ слой воздуха, растворяютъ известное количество O , N , CO_2 , то растворяющая способность воды повышается по сравненію съ дистиллированной уже въ силу этого обстоятельства. Еще болѣе значительную растворяющую способность имѣютъ воды, просочившіяся черезъ почву, покрытую растительностью, и обогатившіяся углекислотой и гуминовыми кислотами. Обогащеніе водъ углекислотой происходитъ также при соприкосновеніи известняковъ съ глинистыми сланцами, благодаря сложному ряду реакцій, о которыхъ будетъ сказано ниже.

¹⁾ Проф. К. Кайльгастъ. Подземныя воды и источники, 1914 г., стр. 63.

О количествах растворимой в действительности горной породы может дать анализ воды, вытекающей из источников в известняках. Кнебель из анализа воды в источнике Франконской Юры получил содержание извести на 1 литр. воды (то-есть 1000 ч. воды) 0,3624 грамм; на 10000 ч. воды, следовательно, 3,624 грам.,—или приблизительно только $\frac{1}{3}$ возможного количества при насыщении воды углекислотой ¹⁾, для источников Лангтейна, в доломитах, Горуп-Безанет получил соответствующую цифру 0,26 грам. ²⁾. Принимая далее в среднем содержание извести в 1 литре воды равным всего 0,25 гр., мы получим, что источники, годовой дебет которых, хотя бы в общих чертах, известен, выносят довольно значительное количество углекислого кальция в растворенном виде и что, соответственно этому, пустоты в известняках увеличиваются ежегодно в значительных размерах. Годовое количество выносимого известняками в растворенном виде известняка, может быть определено по следующей формуле: $\Theta = n \cdot a \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60$ грам., где n —дебет источника в литрах в секунду, а a —количество граммов извести, растворенной в 1 литре воды, принятый нами за 0,25.

Следов. $\Theta = \frac{n \cdot a \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}{1000}$ кил. грам. = $n \cdot a \cdot 31536$ килогр.; вставляя $a = 0,25$, получим $\Theta = n \cdot 7884$ килогр. Для источника Тимало, $n = 26620$ литр., а, следовательно, в круглых числах. $\Theta = 210000000$ килогр.; приняв среднюю плотность известняка равной 2,6, получим, что этому количеству растворенной извести соответствует увеличение объема пустот на $210000000 : 2600 = 80770$ куб. метр., или в круглых цифрах 80000 куб. метр. Источники Аах, которых появляются на дневную поверхность воды Дуная, исчезнувшие у Иммедиягена, выносить в течение года в круглых числах 55000000 килогр. Ca CO_3 , чему соответствует приращение объема пустот в среднем за год = 21000 куб. метр. ³⁾. Вода из пещеры Суук-Хоба, по анализу Лебединцева ⁴⁾, со-

¹⁾ Анализ воды, произведенный Марком (Allgemeine und chemische Geologie von J. Roth. 1879, стр. 353), дает 0,275 гр. на литр воды.

²⁾ Knebel. Höhlenkunde, стр. 24.

³⁾ См. у Кнебеля, *ibidem*, стр. 27—28.

⁴⁾ Лебединцев и Бондрев. Химический состав воды пещер Чатир-Дага. Записки Крым. Горн. Клуба, 1896, № 1, стр. 17.

держитъ въ 1 лит. 0,13480 гр. или въ круглыхъ цифрахъ 0,185 гр.; однако, эту цифру слѣдуетъ признать слишкомъ малою для источника Чатырдага.

Надо имѣть въ виду, что воды въ пещерѣ уже выдѣляли большую часть содержалагаго въ нихъ углекислаго кальція на образование сталактитовъ. Поэтому мы не ошибемся, если и для воды Аляскаго источника примемъ болѣе значительное содержаніе въ ней извести, именно, по крайней мѣрѣ, 0,25 гр. на 1 литръ. Что касается дебета Аляскаго источника, то онъ можетъ быть опредѣленъ съ небольшою точностью, чѣмъ дебетъ Рени и Дуная. Дѣло въ томъ, что съ 10 мая 1904 г. по 1 января 1905 г. дебетъ источника почти ежедневно опредѣлялся П. А. Двойченко, при чемъ средний суточный дебетъ за это время оказывается равнымъ 1683345 ведеръ¹⁾. Если мы возьмемъ эту цифру за средний суточный дебетъ для всего года, то, несомнѣнно, получимъ для годового дебета величину слишкомъ малую, а инакъ не большую, такъ какъ въ февралѣ, мартѣ и апрѣлѣ мѣсяцахъ дебетъ источника, во всякомъ случаѣ, больше нашего средняго²⁾. Вычисленный такимъ образомъ годовой дебетъ окажется равнымъ 614420925 ведрамъ.

Переводя эту цифру въ литры получимъ $= 12,29 \times 614420925 = 7551233168,25$ или въ круглыхъ числахъ 7551000000 литр. Отсюда Θ —(количество раствореннаго известняка, выносимого источникомъ Аля въ килогр.) $= \frac{0,25 \cdot 7551000000}{1000} = 25.755100 = 18877500$ килогр., а увеличеніе объема пустотъ въ массивѣ Чатырдага, обусловленное выносомъ одного источника Аля $= 18877500 : 2600 = 7260$ куб. метр.

Такъ какъ, кромѣ источника Аля, имѣется еще цѣлый рядъ другихъ источниковъ, то, дѣйствительное годовое приращеніе объема пустотъ въ толщѣ Чатырдага значительно больше.

Имѣя въ виду значительную трещиноватость известняковъ, въ особенности въ областяхъ, подвергшихся дислокаціямъ (Грундъ³⁾ для Динарскаго нарта кончатъ 2,5‰ и вообще для карста приращеніе трещиноватости $= 2-6\%$, другіе авторы, какъ, напр., Лозин-

¹⁾ П. И. Каракашъ. Гидрогеологическія изслѣдованія верховьевъ рѣки Салгира для водоснабженія города Симферополя.

²⁾ Такъ, средний суточный дебетъ за 7 мѣсяцевъ (январь—июль) многоводнаго 1906 г. составлялъ свыше 8000000.

³⁾ Grund. Karsthydrographie, стр. 176.

ский¹⁾, считают трещиноватость еще болѣе значительной), мы легко поймемъ, что выпавшіе на поверхность известняна осадки будутъ подъ влияніемъ силы тяжести стремиться достигнуть возможно низкаго уровня, опредѣляемаго залеганіемъ подъ известнякомъ непроницаемыхъ породъ или уровнемъ водъ въ морѣ, если известняки значительной мощности обнажаются непосредственно вдоль берега какого-нибудь морскаго бассейна. Само собой разумѣется, что движеніе внутри известняковой породы въ значительной степени предначертано ходомъ существующихъ трещинъ, но такъ какъ известняки вообще изобилуютъ трещинами, и эти послѣднія, въ силу гидростатическаго давленія, могутъ возникать вновь, а воды, циркулирующія по трещинамъ, способны ихъ расширять, то пробѣвъ воды въ горизонтальномъ направленіи, выше уровня грунтовыхъ водъ, имѣетъ мѣсто на сравнительно ограниченномъ протяженіи и въ продолженіе геологически краткихъ промежутковъ времени. Вода въ известнякахъ имѣетъ, такъ сказать, непреодолимое стремленіе уйти въ глубину.

То же самое наблюдается не только съ атмосферными осадками, но и съ рѣками, которыя изъ области, гдѣ развиты непроницаемыя породы, уже вполне сформированными проникаютъ въ область карста; рано или поздно воды этихъ рѣкъ будутъ поглощены, и поверхностная циркуляція замѣнится циркуляціей подземной. Поглощающія воду отверстія, такъ называемые „*поноры*“, имѣютъ при этомъ тенденцію перемѣщаться вверхъ по теченію рѣки. Въ связи съ этимъ процессомъ стоитъ наблюдаемое почти во всѣхъ карстовыхъ странахъ обмѣднѣніе водой²⁾. Многія карстовыя страны, гдѣ прежде существовали поверхностныя воды (рѣки и озера), въ настоящее время представляютъ изъ себя пустыни, лишенные не только проточныхъ водъ, но и сколько-нибудь значительныхъ источниковъ; въ другихъ, параллельно процессу углубленія рѣчнаго русла, мы наблюдаемъ прогрессирующее его суживаніе, указывающее на то, что въ настоящее время въ немъ протекаетъ менѣе воды, чѣмъ прежде. Почти повсюду, гдѣ констатировано подземное теченіе значительныхъ массъ воды, надъ ними мы на-

¹⁾ W. Ritter von Losinski. Die Karsterscheinungen in Galizischen Podolien Wien, 1907.

²⁾ E. Martel. L'évolution souterraine, Paris 1908, стр. 107 и 110—111. Смъ же. La spéléologie, стр. 59.

ходимъ цѣлые лабиринты сухихъ пещеръ, свидѣтельствующихъ о боѣе высокомъ уровнѣ, на которомъ дыгались прежде подземныя воды (Пойжъ въ Адельсбергѣ, Соботманъ въ пещерѣ Кизамъ-Хоба въ Крыму, Река у Св. Канціана въ Истрин, рѣка Саръ въ Нижнихъ Пиренеяхъ и цѣлый рядъ другихъ примѣровъ)¹⁾.

Вертикальная циркуляція воды въ карстѣ будетъ происходить, въ простѣйшемъ случаѣ, до тѣхъ поръ, пока вода не достигнетъ залегающихъ подъ известнякомъ водонепроницаемыхъ породъ, причемъ возможно, что раньше, чѣмъ это произойдетъ, вода принуждена будетъ просочиться, кромѣ толща известняка, черезъ слой какой-нибудь другой водонепроницаемой породы (напр., конгломерата и песчаника въ Крыму) и уже только въ этой послѣдней будетъ залегать водоносный горизонтъ. Надъ непроницаемой горной породой образуются *грунтовая вода*, которыя, въ случаѣ ихъ нахожденія въ известнякахъ, отличаются отъ грунтовыхъ водъ въ рыхлыхъ проницаемыхъ породахъ, главнымъ образомъ, въ томъ

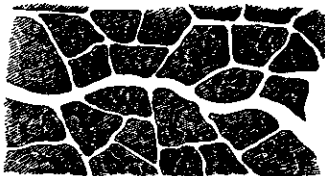


Рис. 46. Схема распределения грунтовых водъ въ карстѣ (Изъ сети мелкихъ трещинъ выработалась пещерная рѣка, представляющая одну изъ артерій грунтовыхъ водъ).

отношеніи, что не образуютъ связной непрерывной поверхности воды, а распределены по сети трещинъ, отдѣленныхъ другъ отъ друга комокатыми массами неповрежденной горной породы. Такимъ образомъ, грунтовая вода въ карстѣ распределены по сети подземныхъ ходовъ и каналовъ, имѣющихъ различный діаметръ и находящихся въ большемъ или меньшемъ разстояніи другъ отъ друга и, въ нѣкоторыхъ случаяхъ, представляющихъ даже полное подобіе рѣкамъ.

Однако воды, циркулирующія по этимъ каналамъ, находятся на одномъ идеальномъ уровнѣ, обусловленномъ залеганіемъ подъ ними непроницаемыхъ породъ, а также количествомъ поступающей путемъ просачиванія съ поверхности воды или, иными словами, количествомъ выпадающихъ осадковъ. Слѣдую склону водонепро-

¹⁾ E. Martel. La spéléologie, стр. 59 и 60. Katzer. Karst. und Karsthydrographie, стр. 64—65, гдѣ приводится длинный списокъ такихъ пещеръ.

нившихся пород, грунтовые воды медленно движутся по подземным каналам и выходят на поверхность в виде источников на берегу пори или там, где поверхность их пересекается какой-нибудь депрессией: долиной, полем и т. д. Этот сток грунтовой воды по направлению к источникам обуславливает собой *горизонтальную циркуляцию в карстах*²⁾).

²⁾ Учение о грунтовых водах в карстах было обобщено, главным образом, Грудом в его двух капитальных работах 1) „Die Karsthydrographie, Studien aus Westbosnien“, Geographische Abhandlungen, herausgegeben von Prof. Albrecht Penck in Wien, Band. VII, Heft. 3, Leipzig 1903; и 2) „Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges“, там же, Band. IX, Heft. 3, 1910 г., хотя указания на грунтовые воды карста еще ранее встречались у многих авторов, как-то Цинча, Гассерта и других. Появление работы Груда вызвало богатую литературу, причем часть исследователей карста приписала к воззрениям Груда, тогда как другие исследователи, и в особенности Келлер, Мартель, резко высказались против воззрений Грудом в взглядах. Рассмотрению теории Грудом и воззрений его оппонентов была посвящена моя статья „Гидрография карста“ в „Сборнике в честь 70-летия со дня рождения Д. Н. Анучина“, 1913 г. Там же были формулированы и мои взгляды на теорию грунтовых вод, с некоторыми несущественными различиями примыкающие ко взглядам Грудом.

В настоящей главе будут изложены только выводы и главнейшие соображения, касающиеся вопроса о грунтовых водах карста, рассмотрение же взглядов на этот счет различных исследователей не войдет сюда, так как это повлекло бы за собой многочисленные повторения. Более подробное рассмотрение литературы вопроса, а также критике взглядов защитников и противников теории грунтовых вод можно найти в вышеуказанной моей работе, где приводятся ссылки на литературу. Со времени выхода этой работы не появилось, насколько мне известно, ценных работ в этой области, которыми бы могли заставить меня изменить мои взгляды. Напротив того, теория грунтовых вод с тех пор получила большее признание, как из специальных работ, посвященных карсту, так и в новейших учебниках физической географии.

Так, Мертон в новом издании (1913 г.) своего учебника „Traité de géographie physique“ соотноситствующую главу посвящает в смысле теории грунтовых вод. На стр. 476 он пишет: „Надо сознаться, что понимание различных типов топографии известняковых стран невозможно без помощи теории грунтовых вод“. В издании из 1914 г. учебник земледельца Оскара Кенде (Handbuch der geographischen Wissenschaft, herausgegeben durch Oskar Kende, I Teil, Allgemeine Erdkunde), в обзоре, посвященном грунтовым и карстовым водам, мы читаем (стр. 151): „более подробное рассмотрение вопроса пошло, в конце концов, к некоторому соглашению противоположных точек зрения, которое однако стоит ближе к взглядам, защищаемым Грудом“.

В репорт Шабо (Georges Chabot, Étude sur une région karstique du Jura méridionale), напечатанной в Annales de géographie 1913 г., точно так же

По воззрѣніямъ Грунда, горный массивъ какъ бы раздѣляется на два этажа, причемъ въ верхнемъ происходитъ просачиваніе атмосферныхъ осадковъ, проникшихъ въ карсты съ поверхности непроницаемыхъ породъ; здѣсь преобладаетъ вертикальная циркуляція, тогда какъ въ глубинѣ, на верхнемъ уровнѣ карстовыхъ водъ и ниже, происходитъ горизонтальное движеніе къ источникамъ.

Такъ какъ грунтовые воды карста распределяются по отдѣльнымъ ходамъ и пустотамъ, площадь которыхъ значительно меньше поверхности, на которую выпадаютъ осадки, то колебанія ихъ въ карстѣ болѣе значительны, чѣмъ колебанія уровня обыкновенныхъ грунтовыхъ водъ въ пористыхъ породахъ. Дѣйствительно, если мы примемъ поверхность данного участка равной 1, а площадь всѣхъ пустотъ или, иными словами, трещиноватость, выраженную долями этой единицы, — f , то подъемъ уровня грунтовыхъ водъ b подъ вліяніемъ выпавшаго количества осадковъ a найдемъ изъ слѣдующаго соотношенія $b:a=1:f$ (a и b должны быть выражены въ одинаковыхъ мѣрахъ, т.-е. въ метрахъ, сантиметрахъ

и т.д.) ассимилируется теорія грунтовыхъ водъ. На стр. 403 мы находимъ слѣдующія указанія: „On peut supposer en effet, que l'eau descend jusqu'à ce qu'elle atteigne une surface imperméable; elle s'accumule ainsi au-dessus des marnes oxfordiennes pour former une „eau de fond“. Ce sont les mouvements et les variations de niveau de cette „eau de fond“ qui régissent l'hydrographie karstique“. И далѣе на стр. 404—405: „La manière dont ces mouvements se produisent montre bien qu'elle n'était pas due à une source ou au mauvais fonctionnement d'un tuyau souterrain. Il y a une eau de fond dont le niveau s'élève et qui se répand à la surface par tous les orifices, en particulier par les dolines“. Весьма поучительно, что именно во Франкѣ, гдѣ авторитетъ Мартеа особенно силенъ, замѣчается также измѣненіе воззрѣній въ направленіи признаній теоріи Грунда. Тѣмъ болѣе поразяетъ то отрицательное отношеніе къ теоріи грунтовыхъ водъ въ карстѣ, которое мы находимъ въ капитальномъ трудѣ проф. К. Кейльгаха „Подземные воды и источники“, появившемся въ измѣненномъ году (1914 г.) въ русскомъ переводѣ подъ редакціей Н. В. Отопякаго. Въ сущности Кейльгаха, какъ въ изложеніи вопроса, такъ и въ изложеніяхъ историческаго библіографическаго Катцера (даже въ тѣхъ же словахъ), всѣ рисунки и чертежи, касающіеся этого вопроса, заимствованы также у Катцера. Въ виду того, что воззрѣнія Катцера нами были подробно разобраны въ статьѣ „Гидрографія карста“, мы считаемъ излишнимъ останавливаться еще разъ на этомъ. Замѣтимъ только, что вообще по вопросамъ о карстовыхъ явленіяхъ Кейльгаха нѣкогда образцовъ нельзя считать авторитетомъ, какъ это явствуетъ изъ нѣсколькихъ посвященныхъ образованію долинъ въ вольфѣ. Жаль, что редакция русскаго перевода не сочла возможнымъ снабдить соответствующія главы примѣчаніями и тѣмъ устранить односторонность подлинника.

или миллиметрах). Изъ этой формулы получимъ $b = \frac{a}{i}$; такъ какъ i всегда дробь и притомъ дробь небольшой величины, то b значительно больше a . Чѣмъ меньше трещиноватость, тѣмъ больше колебанія, и наоборотъ. Слѣдовательно, въ зрѣломъ карстѣ, гдѣ успѣли выработаться большія пустоты и пещеры, колебанія уровня менѣе значительны.

Наблюденія въ карстовыхъ странахъ надъ источниками и понорами дѣйствительно подтверждаютъ большой размахъ колебанія уровня грунтовыхъ водъ. Такъ, колебаніе уровня источника Vaucluse во Франціи—24 м., примѣры изъ французскаго карста, приводимые Грудонъ ¹⁾ и Мартелемъ ²⁾, даютъ отъ 30—60 м., колебанія уровня въ мѣловыхъ колодцахъ (Шампани) по Добру—19 м., колебанія уровня въ источникѣ Біюжъ-Карасу въ Крыму 12—15 м. и т. д. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ были констатированы колебанія и болѣе значительныхъ размѣровъ. По большей части колебанія уровня грунтовыхъ водъ совершаются медленно, и подъемъ водъ значительно запаздываетъ по сравненію со временемъ выпаденія осадковъ. „Такое продолжительное запаздываніе (на нѣсколько недѣль, до $\frac{1}{2}$ мѣсяца и больше въ поляхъ) колебанія уровня водъ въ карстѣ“, говоритъ Грудонъ, „является, во всякомъ случаѣ, лучшимъ доказательствомъ въ пользу того, что наводненія полъевъ обуславливаются не разливомъ рѣкъ съ затрудненнымъ стокомъ, но колебаніемъ грунтовыхъ водъ, которымъ на всемъ земномъ шарѣ свойственъ медленный, запаздывающій ритмъ“ ³⁾.

Однако, какъ размѣры колебаній уровня, такъ и быстрота его поднятія зависятъ отъ многихъ факторовъ; и, прежде всего, отъ мощности известняка, степени его трещиноватости, отъ большей или меньшей способности подземныхъ ходовъ проводить воду и т. д.

Мартель, напримѣръ, указываетъ, что, вопреки общераспространенному взгляду на медленное передвиженіе водъ по подземнымъ каналамъ, иногда затопленіе ихъ происходитъ такъ же быстро, какъ и разливы рѣкъ. Это, конечно, зависитъ отъ быстрога просачиванія поверхностныхъ водъ по трещинамъ въ глубину. Чѣмъ

¹⁾ Grund. Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges, стр. 151.

²⁾ Martel. La spéléologie, стр. 86.

³⁾ Grund. Karsthydrographie, стр. 175 и 185.

Большая трещиноватость горной породы, темъ меньше препятствіи имѣется въ подземныхъ ходахъ для передвиженія воды, темъ быстрѣе поднятіе уровня грунтовыхъ водъ слѣдуетъ за выпаденіемъ осадковъ.

Мартель ¹⁾ приводитъ пять примѣровъ, когда исследователи были застигнуты внезапнымъ поднятіемъ воды въ пещерахъ. Такія же внезапныя поднятія воды въ пещерахъ Крыма явствуютъ изъ разсказа моего проводника, отецъ котораго чуть не погибъ въ одной пещерѣ Чатырдага вслѣдствіе внезапнаго ея затопленія, причемъ вода проникла въ пещеру снизу. Весна поучительны также продолжительныя наблюденія надъ колебаніемъ воды Аянского источника, изъ котораго беретъ начало главная рѣка Крыма Салгиръ. Аянский источникъ очень быстро реагируетъ на осадки, такъ что дебетъ его обнаруживаетъ увеличеніе по большей части уже на другой день, послѣ выпаденія осадковъ ²⁾.

Наблюденія надъ измѣненіемъ расходовъ воды въ Аянгѣ, главнымъ источникомъ рѣки Салгира, поучительны въ томъ отношеніи, что здѣсь измѣренія дебета производились систематически въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ. Благодаря любезности начальника Крымскихъ Водныхъ изысканій при Главномъ Управленіи Землеустроительства и Земледѣлія, нижепера К. Д. Кельстера, которому я приношу здѣсь свою глубокую благодарность, мнѣ удалось получить два графика расходовъ р. Салгира у истока: а) для маловоднаго года 1904—1905 г.г. и в) для обильнаго водой 1906—1906 г.

На графикахъ показанъ суммарный дебетъ источника Аяна за каждые 10 дней мѣсяца въ миллионахъ ведеръ. Даже на основаніи этихъ суммарныхъ данныхъ ясно обнаруживается большой размахъ колебаній дебета: такъ, въ сентябрѣ 1904 г. мѣсяцъ суммарный десятидневный расходъ не превышалъ незначительно 3 млн. ведеръ, а въ началѣ апрѣля онъ достигъ почти 140 млн. ведеръ за 10—20 октября 1905 г. дебетъ равнялся приблизительно $7\frac{1}{2}$ млн. ведеръ, а за 10—20 июля превысилъ 215 млн. ведеръ. При сопоставленіи су-

¹⁾ Сюэтри Martel. La spéléologie, стр. 74. Въ своей критикѣ картонной гипотезы Грунда (Spelunca VII, стр. 343—347) Мартель говоритъ: „ce n'est pas même en quelques jours, mais souvent en quelques heures que l'orage engorgeait un abîme, étale un lac temporaire dans quelque vallée fermée“.

²⁾ Н. Н. Каракашъ. Гидрологическія исследования низовьевъ р. Салгира для водоснабженія города Симферополя.

точных расходов получаются еще более значительные контрасты, при чем максимальный суточный дебет в 100.000.000 ведер превышает минимальный в 250.000 ведер в 400 раз¹⁾. Такое же соотношение наблюдается и в других речках горного Крыма: для Масаидровского водопада оно—40, для реки Учакъ-Су—60, для реки Барбалы—100.

О ходъ изменения дебета можно составить некоторое представление и на основании этих суммарных данных. Минимальный дебет наблюдается в концъ лѣта и осенью, в 1904 г. (июль, август, сентябрь и октябрь), в 1905 г. (август, сентябрь, октябрь и ноябрь), максимумы в обоихъ случаяхъ приходится на декабрь и на мартъ—апрѣль, в 1904 г. также на май.

Въ такомъ ходѣ изменения дебета выражается зависимость отъ общихъ климатическихъ ус-

ловій: недостатка осадковъ осенью, увеличения ихъ зимой и весной, а также таянiя снѣга на Яйль въ этотъ сезонъ. Чрезвычайное повышение дебета в концѣ юни и в июль 1906 г. вызвано

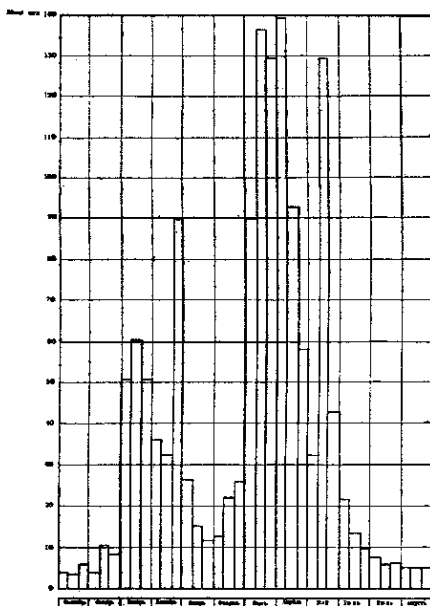


Рис. 47. Графикъ расходовъ реки Салгир, у истока, для маловодного 1904—1906 года.

¹⁾ Эти цифры привожу изъ статьи Б. Д. Калстера. Къ вопросу объ увеличенiи воднаго хозяйства въ Крыму. Извѣст. 1913 г., стр. 8. Дата, когда были даны изъ Яйль дебетъ в 100.000.000 ведеръ, мѣй неяснѣе.

экстраординарные ливни в это время; такъ суточный дебет за 29 июня былъ равенъ 42.650.000 ведръ, 10 июля—42.650.000 ведръ, а 11 июля 62.150.000 ведръ.

Для промежутка времени съ 10 мая 1904 г. по 1 января 1905 г. мною была вычерчена на основании измѣрѣній П. Двойченко ¹⁾ кривая суточного измѣненія дебета (по оси ординатъ 1 мм. былъ принятъ равнымъ 100 тысячамъ ведръ, затѣмъ полученная кривая была уменьшена). Эта кривая обнаруживаетъ гораздо лучше, чѣмъ предыдущіе графики, быстрые и значительныя колебанія дебета въ зависимости отъ выпаденія осад-

¹⁾ Н. И. Каракашъ. Гидрологическія изслѣдованія рѣки Салгира для водоснабженія города Симферополя.

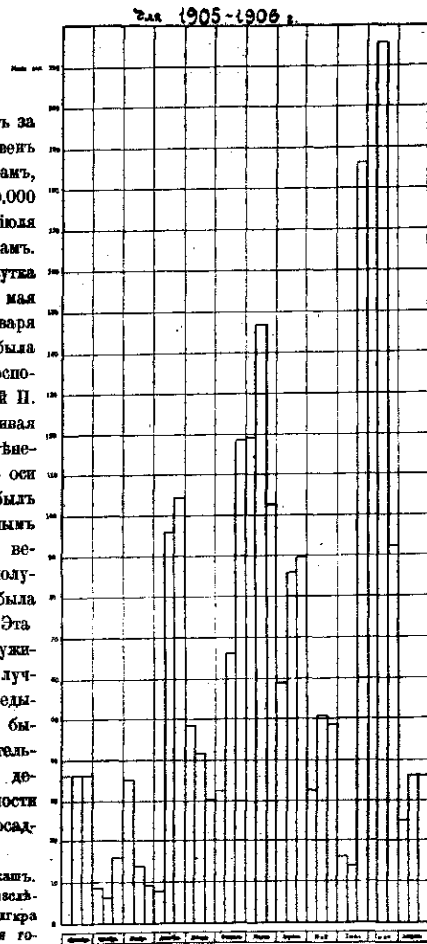


Рис. 48. Графикъ расходовъ рѣки Салгира, у истока, для многоводнаго 1905—1906 года.

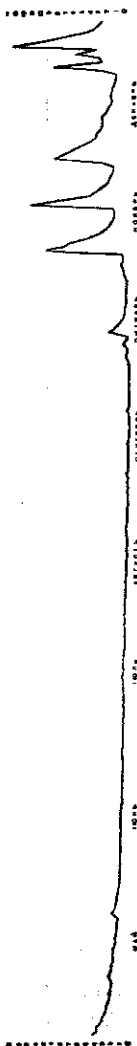


Рис. 46. Суточное колебание дебета Ангрена источника в миллионных ведрах за 1904 г.

ковъ, причемъ особенно важно отмѣтить, что увеличеніе дебета непосредственно слѣдуетъ за временами выпаденія осадковъ.

Исслѣдуя эту кривую, мы убѣждаемся, что съ 10 мая происходитъ, съ нѣкоторыми перерывами, постоянное уменьшеніе дебета вплоть до начала октября, когда выпавшіе дожди обуславливаютъ временное увеличеніе дебета. Въ концѣ октября дебетъ снова падаетъ вслѣдствіе бездождія этого времени.

Въ ноябрѣ и декабрѣ мѣсяцахъ вслѣдствіе частаго выпаденія снѣга и дожди дебетъ обнаруживаетъ частыя и сильныя колебанія и возрастаетъ въ среднемъ. (смотри рис. 49). Но и въ сглаженной части этой кривой, при иномъ способѣ изображенія, а именно, если принять по оси ординатъ 1 мм. равнымъ тысячи ведрамъ, т.-е. увеличить вертикальный масштабъ въ 100 разъ, обнаруживаются быстрыя и значительныя колебанія дебета, непосредственно слѣдующія за временемъ выпаденія осадковъ (смотри рис. 50, за промежутокъ времени отъ 1 сентября по 1 октября 1904 г.). Сопоставленіе колебаній дебета со временемъ выпаденія осадковъ показываетъ, что дебетъ источника увеличивается очень быстро вслѣдъ за выпаденіемъ осадковъ, иногда въ тотъ же день, болѣею же частью на слѣдующій день. (Повышеніе дебета на третій день послѣ выпаденія осадковъ наблюдается значительно рѣже.) Оказывается также, что на дебетъ источника отражаются не только дожди, но и роса и туманы.

Такъ, 30 сентября дебетъ источника былъ равенъ 297.782 ведрамъ, а 1-го октября при туманѣ 304.460 ведрамъ, 7 сентября дебетъ 364.370 ведеръ, въ 6 ч. утра 7 сентября выпалъ дождь, продолжавшійся и 8 сентября, и дебетъ повысился до 428.994 ведеръ; 23 сентября шелъ

дождь отъ 5 ч. утра до 11 ч. дня, причемъ дебетъ былъ равенъ 320.174 ведра; 24 сентября онъ повысился до 345.709 ведеръ. Бывшая 27 мая роса повысила дебетъ источника съ 1.616.740 ведеръ до 1.625.181 ведра. По всей вероятности осаждеиіе росы на поверхности сопровождалось также болѣе обильной водосаціей наровъ въ поверхностныхъ неглубокихъ трещинахъ.

Алискій источникъ не является, однако, по быстротѣ колебаній дебета исключительнымъ, то же самое можно видѣть и на кривой дебета источника Воклюзъ въ 1877 и 1880 годахъ ¹⁾.

Очевидно, значительная трещиноватость и проходимость каналовъ обуславливаютъ бы-

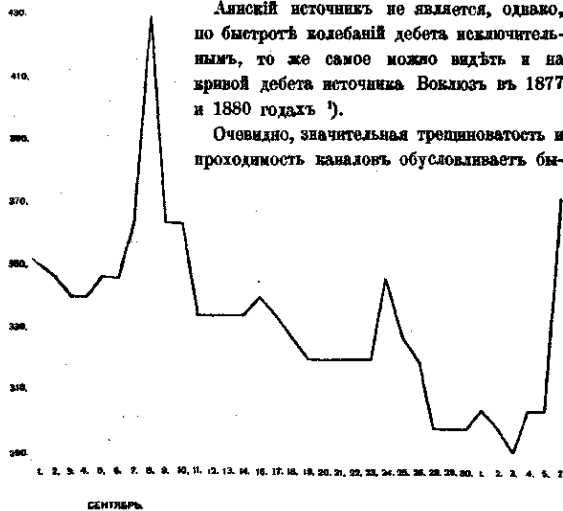


Рис. 50. Суточное колебаніе дебета Алискаго источника въ тысячѣхъ ведеръ за періодъ времени отъ 1 сент. по 7 окт. 1904 г.

строе поступаніе водъ къ источникамъ въ обоихъ этихъ случаяхъ.

Допущеніе грунтовыхъ водъ въ карстъ дѣлаетъ весьма простымъ истощеніе всѣхъ особенностей карстовой гидрографіи. Постоянныя рѣки и озера (значительныхъ размѣровъ) могутъ, очевидно, существовать въ карстѣ только тогда, когда дно ихъ

¹⁾ К. Кейльгакъ. Подземныя воды и источники, стр. 323.

лежит ниже самого низкого горизонта грунтовых водъ. Постоянные источники открываются тамъ, гдѣ нижній горизонтъ грунтовыхъ водъ прорѣзывается какимъ-нибудь углубленіемъ (замкнутой ванной, рѣчной долиной, сбросовой трещиной и т. д.). Между верхнимъ (самымъ высокимъ) уровнемъ карстовыхъ водъ и его нижнимъ горизонтомъ находится зона, въ которой при поднятіи уровня начнутъ функционировать періодическіе или перемежающіеся источники.

Ясно, кромѣ того, что въ этой зонѣ могутъ существовать такъ же *estavellen* (т.-е. такіа отверстія, которыя функционируютъ то какъ поглотители водъ (пояры, катавотры, *ruits absorbans, sinks*), то какъ источники. Аналогично объясняются и гидрографическія особенности польевъ и постоянное или періодическое ихъ затопленіе. Все дѣло въ томъ, какъ расположены ихъ днища относительно горизонтовъ—верхняго и нижняго—грунтовыхъ водъ. Если дно какого-либо поля лежитъ выше горизонта грунтовыхъ водъ, то такое поле остается постоянно сухимъ или будетъ подвергаться только кратковременнымъ наводненіямъ, когда пояры, вѣдствие засоренія, не въ состояніи сразу поглотить всю поступающую наверхъ воду. Въ случаѣ, если дно поля расположено между верхнимъ и нижнимъ уровнемъ грунтовыхъ водъ, то оно будетъ испытывать періодическія наводненія; наконецъ, если поле лежитъ ниже самого низкаго уровня грунтовыхъ водъ, то оно постоянно будетъ находиться подъ водой и превратится въ озеро.

Принимая во вниманіе значительныя размѣры колебанія уровня грунтовыхъ водъ въ карстѣ, мы легко поймемъ какъ появленіе періодическихъ источнковъ на значительной сравнительно высотѣ надъ постоянными, такъ и временное затопленіе польевъ, расположенныхъ много выше горизонта, на которомъ выходятъ постоянные источники.

Такова закономѣрность карстовой гидрографіи, теоретически выведенная Грундомъ ¹⁾ на основаніи кнѣвшихся въ его распоряженіи наблюденій и фактовъ. Въ такомъ видѣ теорія Грунда отличается большою схематичностью и, потому, не даетъ объясненія вѣщимъ фактамъ, наблюдаемымъ въ действительности. Цѣлый рядъ факторовъ, какъ-то мощность известняковаго мас-

¹⁾ Grund. Karsthydrographie.

-ства¹⁾, подвергающегося закарстованию, отеняем трещиноватости и химический состав горной породы, продолжительность процесса закарстования вносить многочисленными осложнениями в эту простую картину.

1. Наиболее простейший случай представляет процесс закарстования в мелком карсте, с небольшой толщиной известняка. а) Само собой разумеется, что в этом случае, при наличии достаточной трещиноватости в горной породе, уровень грунтовых вод залегает не глубоко, и, в силу этого, вертикальная циркуляция просачивающейся воды ограничена весьма тесными пределами. Очень быстро вся отходящая вода в глубину каналы заполняются на значительную высоту водой; поэтому не глубоко лежащая депрессия будет обнаруживать выходы грунтовых вод и затопляться уже при незначительном увеличении количества осадков и соответственном поднятии уровня грунтовых вод. Поэтому констатирование горизонта грунтовых вод и не представляет здесь затруднений, и в мелком карсте даже такие противники Грунда, как Катцер, признают существование грунтовых вод²⁾. Очень легко такой карст может утратить особенности карстовой гидрографии и получить поверхностный сток. Дело в том, что, благодаря процессам деструкции и, главным образом, коррозии поверхностных толщ известняка, а также расширению сети подземных ходов и каналов, провалам потолка над более обширными пустотами поверхность известнякового массива может быть понижена до горизонта грунтовых вод, и глубинная циркуляция замещается, поверхностной.

Но ход процесса, в зависимости от степени трещиноватости и состава горной породы, может быть и иной. б) В случае плотных известняков, имеющих ненарушенное залегание и, в силу этого, ничтожную трещиноватость, процесс закарстования будет настолько слаб, что по своей гидрографии такая местность не будет отличаться от местностей, сложенных какими-либо другими непроницаемыми горными породами.

¹⁾ По почину Катцера в зависимости от мощности известняковой породы в последние время стали различать малый и глубокий карст (seichter und tiefer Karst). Katzer. Karst und Karsthydrographie, стр. 3.

²⁾ Katzer. Karst und Karsthydrographie. Sarajevo, 1909. То же в Peterm. Mitteil. 1908 г., XI, стр. 263.

е) Съ другой стороны, если карстовый процесс протекает въ известнякъ съ обильнымъ содержаніемъ окисей алюминія или кремнія, то раньше, чѣмъ наступитъ пониженіе поверхности до уровня грунтовыхъ водъ, отводящія въ глубину трещины могутъ быть замазаны и засорены продуктами разложенія горной породы, и глубинная циркуляція, по крайней мѣрѣ временно, замѣнится поверхностной. Въ отличіе, однако, отъ перваго случая грунтовые воды окажутся изолированными отъ поверхностныхъ.

II) Въ случаѣ глубокаго марета, при большой мощности известняка, значительная толща горной породы будетъ подлежать преимущественно вертикальной циркуляціи. Въ этомъ случаѣ ходъ процесса еще въ большей степени зависитъ отъ особенностей горной породы, ея трещиноватости и состава.

а) Если вся толща горной породы въ горизонтальномъ и вертикальномъ направленіяхъ однородна и пронизана густой и равномерной сѣтью трещинъ, то просачивающіяся съ поверхности воды будутъ стремиться возможно кратчайшимъ путемъ къ своему базису, который въ данномъ случаѣ представляютъ водоупорныя подстилающія известнякъ породы. Собравшіяся здѣсь воды образуютъ слой грунтовой воды, распределенный по отдѣльнымъ каналамъ и ходамъ, уровень которой будетъ зависетьъ отъ особенностей залеганія подлежащихъ водоупорныхъ породъ и количества поступающихъ сверху атмосферныхъ осадковъ. Въ случаѣ ненарушеннаго или слабо нарушеннаго залеганія известняковъ, всѣ постоянные источники должны выходить въ опредѣленной зонѣ, верхняя граница которой обуславливается самымъ низкимъ уровнемъ грунтовыхъ водъ.

Надо имѣть въ виду, что и здѣсь высота выхода постоянныхъ источниковъ можетъ варьировать въ извѣстныхъ предѣлахъ, такъ какъ пути ея въ толщѣ известняка продопроложены ходами подземныхъ каналовъ.

Но тамъ, гдѣ горные породы потерпѣли сложныя дислокаціи (напримѣръ, представляютъ рядъ синклиналей или антиклиналей, пережѣтыхъ по трещинамъ сброса) высота выхода постоянныхъ ключей въ разныхъ частяхъ одного и того же карстоваго массива можетъ варьировать въ значительныхъ размѣрахъ, такъ какъ непропавшія породы, встрѣчаясь на пути движенія грунтовыхъ водъ, обуславливаютъ подпоръ этимъ послѣднихъ и могутъ внести

цѣлый рядъ нарушений въ ихъ циркуляцію ¹⁾. Поэтому, кѣтъ ничего удивительнаго, что постоянные источники, въ этомъ послѣднемъ случаѣ, выходятъ на различной высотѣ, причемъ только детальное геологическое изслѣдованіе данной мѣстности можетъ выяснитъ закономерность въ ихъ расположеніи.

Въ прибрежной полосѣ грунтовыхъ воды карста испытываютъ подпоръ также со стороны моря, благодаря чему уровень ихъ можетъ подняться на значительную высоту ²⁾. Подобное же вліяніе, хотя въ болѣе слабыхъ размѣрахъ, производятъ и рѣки ³⁾. Во всѣхъ перечисленныхъ случаяхъ положеніе источниковъ зависитъ не только отъ залеганія водоупорныхъ породъ, но и отъ испытываемаго грунтовыми водами подпора.

а) Въ предыдущемъ мы исходили изъ допущенія равномерной и значительной трещиноватости однородной на всемъ протяженіи горной породы. Но распредѣленіе трещинъ въ горной породѣ, зависящее въ значительной степени отъ направленія и силы дислокацій, какъ показали лабораторные опыты и наблюденія, далеко не всегда равномерно, и очень часто въ ней имѣются зоны большей или меньшей трещиноватости ⁴⁾. Вслѣдствіе этого и густота сѣти подземныхъ каналовъ и ихъ вѣтвистость не одинаковы, а это повлечетъ за собой существованіе нѣсколькихъ режимовъ грунтовыхъ водъ, причемъ уровень ихъ будетъ стоять болѣе высоко въ областяхъ менѣе трещиноватыхъ, по сравненію съ зонами большой трещиноватости. Грундъ ⁵⁾ также допускаетъ въ этомъ случаѣ волнистость поверхности грунтовыхъ водъ. Между зонами большой трещиноватости можетъ, по крайней мѣрѣ временно, находиться участокъ цѣльной, неповрежденной горной породы, не пропускающей черезъ себя воду. Въ такомъ случаѣ возможно допустить существованіе въ теченіе неопредѣленнаго періода

¹⁾ Grund. Die Karsthydrographie, стр. 178 и 179.

²⁾ Lucas Waagen. Grundwasser im Karst. Mitteilungen des kais. k. geographischen Gesellschaft in Wien, Band 54, № 5, 1911 г., также Geographische Zeitschrift, 1910 г.

³⁾ Hermann Block, Georg Lahner und Gustav Gannardorfer. Höhlen im Dachstein. Graz, 1913.

⁴⁾ Kuebel. Höhlenkunde, стр. 118, 130—137. Walery Ritter von Losinski. Die Karsterscheinungen in Galizisch Podolien (Separat-Abdruck aus dem Jahrbuch d. k. k. Geologischen Reichsanstalt 1907 г., стр. 19—23.

⁵⁾ Grund. Beiträge zur Morphologie, стр. 172.

времени даже постоянных изолированных водотоков. Смена зонь большей или меньшей трещиноватости, а следовательно и проводимости воды, может происходить даже и в вертикальном направлении. В этом случае, зоны менее трещиноватые окажутся временно водоупорными по отношению к покрывающим их зонам или слоям большей трещиноватости, и на границе этих и других образуется горизонт грунтовых вод. Но, с течением времени, вследствие расширения трещин химической работой циркулирующей в них воды, все большие и большие ее массы будут поглощаться трещинами, и этот процесс поведет к тому, что, в конце концов, воды будут иметь возможность опуститься до подстилающих известняк водоупорных пород иного химического состава.

В рассматриваемом случае в разные эпохи горизонты грунтовых вод залегают на разных глубинах, и этапобразное расположение горизонтальных каналов или нещерь служит указанием на происходившее опускание грунтовых вод. Этот процесс может происходить или медленно и непрерывно, если данная вартовая область в течение всего периода закарстования не подвергалась никаким тектоническим нарушениям, или, в противоположном случае, напр., при поднятии нашей области, быстро, так сказать, скачками ¹⁾.

Однако, и в карсты значительной мощности и с варьирующей в горизонтальном и вертикальном направлениях трещиноватостью в конце концов вследствие коррозионной и эрозивной работы воды, расширяющей существующие трещины, и вследствие возможности, кроме того, образования новых трещин силою гидростатического давления, — рано или поздно вертикальное стремление воды к своему базису возьмет вверх, и залегание грунтовых вод будет определяться, главным образом, положением ближайшей залегающей над известняком водопроницаемой породы.

Все выше сказанное можно выразить кратко такой формулой: *выработка правильной закономерной циркуляции грунтовых вод с глубоким карстом является функцией времени. В тех случаях, когда процесс закарстования протекает долго (в течение*

¹⁾ Cvijic. Bildung und Dislocierung der Dinarischen Ramplfläche. Peterm. Mit., Band 55, 1909.

многих тысячелетій или даже цѣлыхъ геологическихъ эпохъ и періодовъ), въ зрѣлой стадіи карста, слѣдовательно; можно ожидать, что воды достигли уже возможнаго для нихъ низшаго уровня, и что только вертикальная циркуляція происходитъ во всей толщѣ известняка отъ поверхности до верхняго горизонта грунтовыхъ водъ, обусловленнаго залеганіемъ подстилающихъ известнякъ водоупорныхъ породъ.

Юная стадія карста характеризуется сѣтью узкихъ развѣтвленныхъ ходовъ; многіе каналы, поглощающіе воду на поверхности, еще являются изолированными и не вошли въ соединеніе съ другими; горизонтальные ходы обнаруживаютъ также большую неравномѣрность въ поперечномъ сѣченіи, они то расширяются въ обширные гроты, то суживаются, въ большемъ числѣ нѣются сифоны, т.-е. такія мѣста, гдѣ потолокъ пещеры спускается до самой воды, такъ что она наполняетъ весь ходъ ¹⁾).

Вода встрѣчаетъ препятствіе своему движенію передъ такими сифонами, уровень ея вслѣдствіе этого сильно поднимается, и она оказываетъ значительное гидростатическое давленіе на своды пещеры, обуславливая частичные обвалы потолка и превращая, такимъ образомъ, эту часть канала въ обширный гротъ. Иногда давленіе бываетъ настолько сильно, что происходитъ нѣчто подобное взрыву, и вода или разрушаетъ сифонъ или даже прорывается

¹⁾ Въ гидрологическихъ работахъ сифонами называются, въ противоположность сифонамъ въ физикѣ, холмы, обращенные своей выпуклостью къверху, имѣющіе форму U и дѣйствующіе какъ сообщающіеся сосуды. Они состоятъ изъ толщи горной породы, спускающейся ниже гидростатическаго уровня и заставляющей воду опускаться вдоль даннаго хода (внѣ препятствій) до тѣхъ поръ, пока она не встрѣтитъ (внѣ) другую трещину, которая бы ей позволила подняться. Мартель (*La spéléologie*, стр. 61) предлагаетъ ихъ называть „запихетами“ отъ *bas*—низъ и *écouls*—водотокъ. Для исследования пещеръ, по которымъ протекаетъ вода, такіе сифоны представляютъ большое препятствіе (напр., исследование подземнаго теченія рѣки Поисъ). Эти препятствія часто можно обойти при помощи боковыхъ ходовъ, расположенныхъ болѣе высоко и служащихъ для стока излишка воды при поднятіи гидростатическаго уровня—такъ называемыхъ „Tops-pleins“ французскихъ авторовъ.—Въ нѣкоторыхъ случаяхъ прибѣгаютъ къ искусственному прорыву препятствія (напр., въ Соувинъ въ Бельгіи; въ Угзиса въ Каринтіи). Глубина, на которую спускаются нѣкоторые сифоны, довольно значительна: она достигаетъ 15 метр. и болѣе во многихъ гротахъ Каринтіи, 21 метр. въ Требичской пещерѣ, но крайній мѣръ 30 м. при выходѣ источника Вокюза во Франціи, но крайній мѣръ 35 м. въ источникѣ Іезеро, въ Каринтіи. Смотри E. Martel. *La spéléologie*, стр. 63.

на поверхность (если глубина, на которой проходит канал, не особенно значительна), обуславливая наводнение окрестностей и создавая зыбкий грунт тамъ, гдѣ его раньше не было. Естественно, что наиболѣе обширные залы встречаются чаще всего недалеко отъ современного выхода пещеръ, такъ какъ здѣсь вода, находясь на наиболѣе низкомъ уровнѣ, оказываетъ иногда очень сильное гидростатическое давление, въ концѣ концовъ, разрушающее преграду. Обломки горной породы и трещины въ сводахъ пещеръ свидѣтельствуютъ о происшедшемъ здѣсь событіи.

Такимъ на нашъ взглядъ происхождение громаднаго грота Карань-хоба на Караби-айгѣ (смотри далѣе описание пещеръ Крыма), находящагося въ полномъ противорѣчіи съ узкостью отырывающихся въ него ходовъ.

Кребель, Пенъ и Данестъ также полагаютъ, что образование проходныхъ пещеръ на болѣе или менѣе значительномъ протяженіи характеризуетъ зрѣлую стадію нарта. Юная стадія характеризуется отсутствіемъ проходныхъ пещеръ; имѣется только сѣтъ узкихъ развѣтвляющихся ходовъ, многочисленные сифоны, колебанія уровня грунтовыхъ водъ достигаютъ большого размѣра; въ зрѣлой стадіи успѣли уже выработаться проходныя пещеры, колебанія уровня достигаютъ меньшихъ размѣровъ. Наконецъ, стадія старости характеризуется обрушеніемъ потолковъ пещеръ и замѣной подземной циркуляціи поверхностной.

Съ теченіемъ времени, однако, такихъ препятствій для циркуляціи воды становится меньше и меньше, такъ какъ каналы получаютъ достаточную ширину для проведенія всей массы воды. Известные ходы получаютъ преимущество надъ остальными, такъ какъ гарантируютъ болѣе быстрый дренажъ къ ближайшимъ источникамъ, такимъ образомъ вырабатываются проходныя пещеры, наподобіе туннеля, проводяща воду отъ понора къ источнику¹⁾. (смотри рис. на стр. 141). Быть можетъ, какъ это думаетъ Кнебель²⁾, выработкѣ такихъ проходныхъ пещеръ способствуетъ неравномерная трещиноватость, существованіе зонъ особенно сильной трещиноватости, во вторыхъ съ самаго начала преимущественно двигаются

¹⁾ Krebs. Die Halbinsel Istrien, стр. 54, также Neue Forschungsergebnisse zur Karsthydrographie, Peterm. Mitt. 1908 г. стр. 166. Grund. Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges, стр. 145.

²⁾ Knebel. Höhlenkunde, стр. 118 и 130—137.

потоки грунтовой воды и которыми, въ силу этого, легче могутъ превратиться въ болѣе вѣстимые и обширные каналы съ протекающими по нимъ пещерными рѣками. Въ юной стадіи карста, по большей части, всѣ пещеры представляютъ изъ себя цѣлую сеть узкихъ и мелкихъ каналовъ, которые, въ концѣ-концовъ, заканчиваются непроходимыми узкими трещинами; въ болѣе зрѣлой стадіи карста пещеры получаютъ большіе размѣры, и нѣкоторые ходы выдаются изъ числа остальныхъ своею болѣею шириной и проходимостью. Тѣмъ не менѣе, какъ это показываетъ разсмотрѣніе плановъ всѣхъ лучше изученныхъ пещеръ, онѣ только въ исключительныхъ случаяхъ являются въ видѣ одного тунелеобразнаго канала а обыкновенно раздробляются на сеть каналовъ и, чѣмъ лучше изучена пещера, тѣмъ больше такихъ развитій мы находимъ на планѣ ¹⁾. Это говоритъ въ пользу того, что поверхностныя рѣки, исчезая въ понорахъ, въ большинствѣ, по крайней мѣрѣ, случаевъ не сохраняютъ своей индивидуальности, а воды ихъ разбиваются по сети каналовъ.

Опытъ съ окраской воды р. Реки доказать это нагляднымъ образомъ, такъ какъ красящее вещество появлялось и въ источникахъ Тимано и въ Аурезинскихъ источникахъ и въ цѣломъ рядѣ другихъ ²⁾.

Случай, когда воды рѣки подъ землею сохраняютъ полную непрерывность и не раздробляются по цѣлой сети каналовъ, не многочисленнымъ. Въ этомъ отношеніи особенно замѣчательнымъ пещернымъ рѣкамъ Индо-Китаю, представляющія притоки 1-го или 2-го разряда (т.-е. притоки притоковъ) рѣки Меконга. Здѣсь констатируется исчезновеніе 6 рѣкъ, причемъ протяженіе подземнаго теченія въ совокупности для всѣхъ рѣкъ равно приблизительно

¹⁾ См. планъ Адельсбергской пещеры у Kraus въ *Höhlenkunde*; пещеры Брамбю у Мартеля, *Les Abimes*, стр. 187; Маюмтоной пещеры, *Spelunca*, III, стр. 5, и VII стр. 53.

Поучительно вообще въ этомъ отношеніи разсмотрѣніе плановъ наиболее изученныхъ пещеръ, многочисленныхъ образцы которыхъ находятся у Мартеля въ *Les Abimes*, а также въ книгѣ *Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique*, т. I, т. II par E. van den Broeck, E.—A. Mariel, Ed Rahir, Bruxelles 1910 г.

²⁾ См. *Jahresbericht der Section Küstenland des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereines für das Jahr 1908 г.*, а также N. Krebs, *Neue Forschungsergebnisse zur Karsthydrographie*, Peterm., *Mitteilungen*, 1908, № VII, стр. 166—168, также А. Бруберъ. *Гидрография карста*, стр. 47.

19 км.; а для отдельных рѣкъ достигаетъ 4 и даже 7 км. Подземное теченіе нѣкоторыхъ изъ нихъ было прослѣжено отъ мѣста исчезновенія до выхода изъ-подъ земли ¹⁾).

У Мартеля приведенъ списокъ такихъ проходныхъ пещеръ, въ которыхъ возможно прослѣдить рѣку отъ ея входа въ пещеру до выхода изъ нея, при чемъ воды ея не теряютъ связности и не распределяются по сѣти трещинъ; таковы, кромѣ уже упомянутыхъ рѣкъ Лагоса: Max-d'Azie въ Аржежѣ, Пунгъ въ Тонкингѣ, d'Alviela (Португалія), grotte des Echelles (Савойя), Брамбю (Гардъ), Дубоа въ Сербіи ²⁾).

Мы видимъ, такимъ образомъ, что имѣются случаи, когда рѣки пропадающія въ пещерахъ, сохраняютъ свою связность на нѣкоторомъ протяженіи; тѣмъ не менѣе и въ этомъ случаѣ рѣки являютъ только частью грунтовыхъ водъ. Слѣдуетъ отмѣтить, что вода поглощенной на поверхности рѣки, очень часто составляетъ только незначительную часть воды, появляющейся въ источникѣ, такъ какъ къ рѣчной водѣ примѣшиваются грунтовые воды. Расходъ воды въ источникѣ Тимава въ 25 разъ больше, чѣмъ расходъ Реки у Св. Канціана. (2.300.000 куб. м. и 900.000 куб. метр.) Кромѣ того, такъ какъ грунтовые воды получаютъ на счетъ воды, просачивающейся часто съ большой высоты, то температура источниковъ зѣтомъ ниже температуры воды рѣки, и они обнаруживаютъ незначительное помутнѣніе (или полное отсутствіе помутнѣнія) вслѣдствіе того, что вода въ узкихъ, трещинахъ очищается какъ въ фильтрѣ ³⁾. Характерна также большая жесткость воды карстовыхъ источниковъ ⁴⁾.

Въ пользу того, что рѣка является одной изъ артерій грунтовыхъ водъ, говоритъ еще то обстоятельство, что въ тѣхъ немногихъ случаяхъ, гдѣ производились точныя наблюденія, какъ поноры, такъ и уровень подземной рѣки и мѣста ея появленія вновь на поверхности расположены въ идеальной плоскости, постепенно сходящейся по направленію теченія рѣки. Только около поноръ

¹⁾ M. P. Magey. Cours d'eau souterrains du Cammen au Laos. *Spelunca*, t. VII, № 52.

²⁾ E. Martel. L'Évolution souterraine, стр. 72 — 73. La spéléologie, стр. 64. Тѣмъ не менѣе, и Мартель замѣчаетъ: „Mais ce sont là des faits exceptionnels, assez rares“.

³⁾ Grund. Karsthydrographie, стр. 187.

⁴⁾ Krebs. *Petersb. Mjz.* 1908, VI, стр. 188.

рѣка на нѣкоторомъ протяженіи независима отъ горизонта грунтовыхъ водъ.

Такъ уровень рѣки Пойкъ при входѣ въ
Адельбергскій гротъ находится на
высотѣ 511,5 м. надъ уров. моря
Въ серединѣ Отокскаго грота 505 м.
Тамъ же, у сифона 500 м.
При развитіи, у Черной ямы 498 или 495 м.
Въ пещерѣ Магдалена 490 м.
Въ Пивка Ямѣ 483 м.
Въ Клейнхаузерскомъ гротѣ 471 м.
Въ Клейнхаузерскомъ источникѣ 480,5 (Путикъ), 453 м. (Мартель)

То же самое констатируется и для Циркнической рѣки между
Лаасомъ, Циркницемъ и Планиной.

Уровень воды на высотѣ, надъ уровнемъ моря.

Въ Голубиномъ поворѣ (Далсъ) 584 м.
Въ источникѣ Зеебахъ (Циркницкое поле) 555 м.
Шахта Ресета, Валяжъ, Карловка 523—522 м.
Райбахъ 506 м.

Во всей области между Адельбергомъ, Циркницемъ и Планиной не было найдено текущей воды выше уровня, определяемаго приведенными цифрами ¹⁾.

Мы рассмотрѣли по отношенію къ грунтовымъ водамъ глубокой карстъ и указали на зависимости, которыя существуютъ отъ степени трещиноватости и отъ большей или меньшей зрѣлости карста, при этомъ предполагалось, что известняки, слагающіе данную карстовую область, сравнительно чисты и, поэтому, обладаютъ нормальной растворимостью.

II c) Но даже глубокой карстъ, въ случаѣ его образованія въ толщѣ мергелистыхъ породъ, можетъ съ теченіемъ времени утратить характерныя особенности свойственныя карсту формъ поверхности и гидрографія (смотри главы II, III, IV и V). Въ самомъ дѣлѣ, вслѣдствіе длительного образованія и накопленія глинистыхъ продуктовъ разложенія известняка, все большее и большее число поглощательныхъ отверстій на поверхности и трещинъ въ глубинѣ заполняется глиною, сѣтъ проводящихъ трещинъ терять возможность правильно функционировать, нѣкоторые изъ проводящихъ каналовъ обособляются и являются въ видѣ разобщенныхъ

¹⁾ Grad. Morphologie des Dinarischen Gebirges, стр. 160, примѣчаніе 1.

водокозовъ; въ глубинѣ горной породы могутъ возникнуть обособленные карманы и ходы, просачиваніе воды изъ которыхъ становится невозможнымъ.

Просачивающіяся съ поверхности воды встрѣчаютъ все большія и большія затрудненія къ достиженію залегающихъ въ глубинѣ грунтовыхъ водъ. Въ поочномъ результатѣ всѣхъ этихъ процессовъ поверхность такого карста начинается, если можно такъ выразиться, утопать среди продуктовъ химическаго разложенія, происходить все большая и большая нивелировка поверхности и все въ большихъ размѣрахъ поверхностная циркуляція замѣняется собой глубинную.

Изъ всего изложеннаго мы видимъ, какое большое разнообразіе можетъ представлять гидрографія карстовыхъ странъ. Если къ этому присоединить еще трудность изученія циркуляціи воды въ глубинѣ горной породы и что изслѣдованія въ этомъ направленіи начались, можно сказать, не болѣе 50 лѣтъ тому назадъ, то неудивительно, что нѣкоторые положенія еще недостаточно обоснованы фактическимъ матеріаломъ. Въ частности и карстовая теорія Грунда или теорія грунтовыхъ водъ можетъ пока разсматриваться въ качествѣ наиболѣе правдоподобной рабочей гипотезы. При этомъ надо имѣть въ виду, что циркуляція глубинныхъ водъ, въ каждомъ данномъ случаѣ, имѣетъ свои индивидуальныя особенности въ зависимости отъ мощности известняковой горной породы, ея состава, степени трещиноватости, характера залеганія известняковой толщи, болѣе или менѣе продолжительности процесса замарстованія.

VIII.

Гидрографія Карста.

(Рѣки и рѣчные долины).

Атмосферные осадки, выпадающіе на поверхность карста, какъ мы видѣли, поглощаются многочисленными трещинами, естественными пещерами и „долинами“ и уходятъ въ глубину, пока не достигнутъ уровня карстовыхъ водъ или, въ случаѣ сравнительно молодого, слабо дисселированнаго карста, поверхности не поврежденныхъ известняковыхъ пластовъ.

Поэтому наиболѣе характерной чертой карста является бѣдность его поверхности проточными водами, состоящая въ рѣзкомъ контрастѣ съ обиліемъ и многоводностью источниковъ у

нижняго предѣла известняковой толщи, на уровнѣ карстовыхъ водъ. Отсюда малочисленность рѣкъ и рѣчныхъ долинъ въ области развитія карста, рельефо выступающая на каждой топографической картѣ. Эрозіонная сила воды въ карстѣ раздробляется: на поверхности преобладаетъ химическая денудация, работа которой имѣетъ скорѣе плоскостное, чѣмъ линейное направленіе. Химическое выѣтриваніе, преобладающее на поверхности карста, происходитъ въ общемъ весьма медленно, и, поэтому, карстовыя страны весьма долго и хорошо сохраняютъ первоначальныя тектоническія формы рельефа.

Указанная малочисленность долинъ является общей чертой для всѣхъ карстовыхъ странъ (якоготорія Коссъ во Франціи, карсты Краины, Истріи, Динарскій карстъ, Черногорія и т. д.). Только особенно многоводныя рѣки, имѣющія свои истоки въ области непроницаемыхъ горныхъ породъ, могутъ сохраниться, если онѣ въ состояніи углубить свое русло до уровня грунтовыхъ водъ или, по крайней мѣрѣ, настолько приблизиться къ этому послѣднему, что онѣ получаютъ извѣстное преимущество надъ стокомъ воды по подземнымъ каналамъ.

Въ противоположность ландшафтамъ въ области распространенія непроницаемыхъ породъ, гдѣ рѣчная сѣтъ съ ея многочисленными развѣтвленіями составляетъ мѣтко цѣльное и единое, тогда какъ раздѣленные рѣками водораздѣльныя возвышенности являются въ видѣ разобщенныхъ острововъ, — въ карстѣ возвышенныя плато представляютъ мѣтко цѣльное, тогда какъ рѣчныя долины и пониженія являются изолированными.

„Въ противоположность долиннымъ ландшафтамъ“, — говоритъ Пенкъ, „въ карстѣ царитъ ландшафтъ изолированныхъ вѣевъ“¹⁾. Главныя рѣки, которымъ удалось сохранить свою жизнеспособность, или совсѣмъ не имѣютъ боковыхъ притоковъ или имѣютъ ихъ въ весьма ограниченномъ числѣ. Формы карстовыхъ плато, наоборотъ, рѣзаны и грубы.

Другой характерной и общей для всѣхъ карстовыхъ странъ особенностью рѣчныхъ долинъ является ихъ большая глубина и крутизна береговъ. Въ этомъ отношеніи долины карстовыхъ рѣкъ напоминаютъ каньоны въ областяхъ сухого климата. Такой харак-

¹⁾ Penck, Die Formen der Landoberfläche. Verh. des IX Deutsch. Geographentages in Wien, 1891.

терь долин является слѣдствіемъ отсутствія поверхностнаго смыва и расчлененія береговъ боковыми притоками. Только химическое выѣтриваніе и обвалы работаютъ надъ преобразованіемъ ихъ стѣнокъ, представляющихъ часто весьма живописныя и грандіозныя картины. Такимъ образомъ, преобладающею формою долинъ въ карстѣ является *ущелье* или *каньонъ*. Характерными образчиками такихъ каньоновъ являются, капримѣръ, описанныя Гассертотъ и Ровинскимъ долины рѣкъ Черногорія, глубина которыхъ достигаетъ отъ 400—1000 м., ¹⁾ долины рѣкъ Босніи (вспр. долины Наренты ²⁾), въ области ея прорыва), каньоны рѣкъ, отдѣляющіе другъ отъ друга карстовыя плато Коссъ ³⁾ и достигающіе глубины

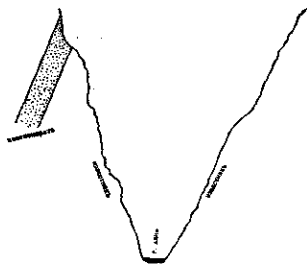


Рис. 51. Каньонъ рѣки Самгиръ близъ ея истоковъ, по П. А. Двойченко. (Вертикальный размѣръ въ 5 разъ меньше горизонтальнаго).

400—600 м., глубокія ущелья Дагестана, мѣстами углубляющіяся до 1000—1200 м., ⁴⁾ ущелья горныхъ рѣчекъ Жүзикары и другихъ въ области известняковаго массива, близъ Гагръ ⁵⁾; долины постоянныхъ рѣкъ Швейцарской Юры⁶⁾ (Doubs, Ain, Brenne, Loue) и многія другія.

Всѣ рѣки карста могутъ быть подведены подъ три типа. Къ первому типу относятся многоводныя постоянныя рѣки, берущія начало въ области распространенія непроницаемыхъ породъ и прорѣзывающія всю область карста. Вслѣдствіе обилія воды и значительной эрозионной силы омъ въ состояніи углублять свою долину до уровня грунтовыхъ водъ или до подлежащихъ непроницаемыхъ

Всѣ рѣки карста могутъ быть подведены подъ три типа. Къ первому типу

¹⁾ Dr. Kurt Hassert. Beiträge zur physischen Geographie von Montenegro, Ergänzungsheft P. M., № 115, стр. 112—114.

²⁾ Grund. Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges. Geograph. Abhandlungen, Band IX, Heft 3.

³⁾ E. Martel. Les Cévennes.

⁴⁾ Merzbacher. Caucasus.

⁵⁾ А. Еруберт. Походка на Арабикъ. Естество и Географ. 1912 г.

⁶⁾ Fr. Machacek. Versuch einer geomorphologischen Monographie der Schweizer Jura. Ergänzung. Heft P. M., № 150, стр. 142.

породъ и, поэтому, сохранить свою жизнеспособность. Такия рѣки весьма малочисленны, въ большинствѣ случаевъ лишены притоковъ (въ области известняковъ) и питаются только источниками, выходящими глубоко къ днѣ долины или даже въ самомъ руслѣ.

Долины ихъ глубоки и имѣютъ форму каньоновъ или ущелій. Часто на склонахъ долинъ, значительно выше современнаго русла имѣются входы въ пещеры. Черезъ эти послѣднія рѣки мѣногда получали боковые притоки, когда уровень карстовыхъ водъ стоялъ выше или когда поглотительная способность известняковъ была менѣе значительна и допускала существованіе водотоковъ выше уровня грунтовыхъ водъ. Съ другой стороны, мѣвоторыя изъ этихъ пещеръ могли быть поворотами въ то время, когда рѣки текли еще на болѣе высокомъ уровнѣ.

Въ пользу того, что мы иногда имѣемъ дѣло именно съ поворотами, говорить уклонъ пещерныхъ ходовъ отъ долинъ внутрь карстовыхъ массивовъ.

Ко второму типу относятся рѣки, берущія начало у окраинъ карстовыхъ плато или, вообще, карстовыхъ областей. Эти рѣки питаются сильными источниками (типа воклюзъ)¹⁾ и при самомъ своемъ началѣ представляютъ мощные потоки. Источники ихъ расположены на границѣ распространія известняковъ и непроницаемыхъ породъ. Въ тѣхъ случаяхъ, когда выходы известняковъ лежатъ выше, мы имѣемъ дѣло съ восходящимъ колѣномъ сифона, причѣмъ воды испытываютъ сильное гидростатическое давленіе изнутри.

Соотвѣтствующія этимъ окраиннымъ рѣкамъ долины представляютъ замкнутыя съ трехъ сторонъ первообразныя углубленія²⁾, обставленныя крутыми берегами.

Къ третьему типу принадлежатъ наиболѣе многочисленныя рѣки карста, которыя текутъ на поверхности только въ ограниченномъ протяженіи, а затѣмъ поглощаются поворотами. Въ большинствѣ случаевъ, и эти рѣки берутъ начало также въ области непроницаемыхъ породъ, по, вступая въ область известняка, онѣ теряютъ свою воду въ трещинахъ и поворотахъ. Къ этой же категоріи относятся

¹⁾ По имени Воклюза, источника р. Соръ во Франціи. Ихъ называютъ также испанскими источниками.

²⁾ Принтъ называетъ такія рѣки *Randflüsse*, а соотвѣтствующія имъ долины хвощеобразными, *Sackthäler*, смотри выше, примѣч. на стр. 165.

слабые, имѣющіе незначительное паденіе потоки, начинающіеся болѣею частью въ области карста, иногда на границѣ распространения известняковъ и непроницаемыхъ породъ, а также рѣки полей. Для этихъ послѣднихъ особенно характернымъ признакомъ является незначительное паденіе и, вслѣдствіе этого, извилистость теченія и склонность дробиться на рукава при сравнительной многоводности.

Общая черта всѣхъ этихъ рѣкъ та, что онѣ только на нѣкоторомъ протяженіи имѣютъ поверхностное теченіе, а продолженіе ихъ находится въ глубинѣ известняковаго массива. Для участка съ поверхностнымъ теченіемъ базисомъ эрозіи является мѣсто втеканія рѣки подъ землей, поэтому производимая этими рѣками эрозія обыкновенно незначительна. Во всѣхъ такихъ рѣкахъ наблюдается тенденція къ сокращенію поверхностнаго теченія вслѣдствіе образованія новыхъ поноровъ и постепеннаго расширенія прежнихъ.

Долины такихъ рѣкъ *сильно* заканчиваются въ нижнемъ теченіи, причемъ этотъ вонецъ долины можетъ имѣть различный характеръ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ стѣнки долины вьютъ по теченію снова сближаются и долина заканчивается въ циркуобразномъ ущельѣ, въ которое открываются пещеры, служащія продолженіемъ поверхностной долины рѣки. Отъ *слабыхъ* долинъ, замкнутыхъ и въ нижней своей части, отличаются такія стѣпныя долины, которыя безъ всякаго змѣтнаго перерыва переходятъ въ *сухія* (мертвыя) долины, представляющія каменное казенное галькой русло. Очень часто во время половодья и сухая долина наполняется водой.

Во многихъ рѣкахъ карста наблюдается чередованіе сухихъ и стѣпныхъ участковъ долины. Первоначально рѣка протекала на поверхности, но вслѣдствіе поглощающаго воду поноры были расширены, такъ что на известномъ протяженіи вся вода рѣки въ нормальное время уходитъ подъ поверхность и появляется вновь ниже по теченію въ сильныхъ источникахъ. Прежняя поверхностная долина выполняетъ свою функцію только во время половодья (послѣ сильныхъ дождей или при таяніи снѣга). Въ каретѣ имѣются также *мертвыя* долины *сухія* на *всемъ* *протяженіи*, никогда не функционирующія или функционирующія только во время половодья. Образованіе такихъ долинъ относится къ иной стадіи

развитія карста, когда уровень грунтовых водъ стоялъ выше. Впослѣдствіи, по причинѣ уменьшенія осадковъ или по причинѣ поднятія карстовой области, произошло опусканіе грунтовыхъ водъ, и долина превратилась въ сухую.

Кромѣ слѣпыхъ и сухихъ долинъ, Цингъ различаетъ еще *полуслѣпые* долины (*Halbblinde Thäler*);—это такія слѣпыя долины, у которыхъ нижняя замыкающая претрада не настолько высока, чтобы временами, когда притокъ воды особенно обилѣетъ, послѣдняя не могла перелиться черезъ порогъ и создать ниже его долину, являющуюся продолженіемъ первой; въ этомъ случаѣ пещеры и пещеры не могутъ провести всей воды, и избытокъ стекаетъ поверхностью ¹⁾.

Слѣпыя, полуслѣпыя и сухія долины представляютъ части непрерывной долины, соединенныя между собой при посредствѣ подземныхъ ходовъ и пещеръ. Общеизвѣстными примѣрами рѣчныхъ долинъ, состоящихъ изъ чередующихся поверхностныхъ и подземныхъ участковъ, являются Пойль-Унцъ-Лайбахъ въ Крайшъ, Рена-Тимава въ Триестскомъ карстѣ, Пунква въ Моравіи, Боньеръ-Брамбю во Франціи.

Въ Россіи можно указать рѣку Поницію ²⁾ Бѣльскаго уѣзда Смоленской губерціи, рѣку Рагушу Тихвинскаго уѣзда Новгородской губерціи ³⁾, рѣку Синь Уфимской губерціи ⁴⁾, рѣку Нижегород-

¹⁾ Cvijić. (Das Karstphänomen, стр. 283—291) различаетъ слѣдующіе типы долинъ въ карстѣ: 1) мѣшкообразныя долины (*Sackthäler*) по окраинамъ карстовыхъ впадин; 2) слѣпыя долины (*Blinde Thäler*) заканчивающіяся внизу крутыми полукруглыми обрывомъ (*диркомъ*); нижняя часть долины находится всегда въ области известняка; 3) полуслѣпыя долины (*Halbblinde Thäler*), смотря по характеру ихъ изъ: а) такія, которыя являются продолженіемъ нормальныхъ долинъ, но не отдѣлены отъ нихъ никакой замкнутой преградой, б) такія, которыя являются продолженіемъ полуслѣпыхъ, в) долины сухія на всемъ протяженіи, д) мертвые участки рѣчной долины. При классификаціи долинъ карста мы въ общихъ чертахъ слѣдовали Цингу, но предложенное имъ подраздѣленіе карстовыхъ рѣкъ на типы на нашъ взглядъ является слишкомъ сложнымъ и не имѣющимъ потребности, а потому мы предпочли сгруппировать всѣ рѣки въ три типа.

²⁾ Б. фонъ Дитмаръ. Исчезающая рѣка Пониция, Землеуѣдѣніе, т. X, 1903 г. кн. 2—3, стр. 163.

³⁾ А. Колмогоровъ. Карстовая рѣка Рагуша. Землеуѣдѣніе, т. XIV, 1907 г., кн. I—2, стр. 94.

⁴⁾ Р. С. Палласъ. Reise durch verschiedene Provinzen des Russischen Reiches) Zweiter Theil, Erstes Buch, 1773, стр. 39—40, а также Ф. Красильниковъ. Поѣздка на Иванъ-гау. Землеуѣдѣніе, т. XI. 1904 г., кн. 4, стр. 23.

ской губернии ¹⁾, рѣки Нижней Рачи (Шаора-Шараула) на Кавказѣ ²⁾, рѣки въ окрестностяхъ Гагрѣ ³⁾, рѣку (Самурзаканскій участокъ Сухумскаго округа), протекающую мощнымъ потокомъ въ пещерѣ Абласкира или Чызовской, подземное течение которой было прослѣжено К. Сатунинымъ на протяженіи приблизительно 5 верстъ, но которая еще подробно не обследована ⁴⁾, интересныя подземныя рѣки въ Приватунскомъ Алтаѣ (долина р. Элиманаара, а также на водораздѣлѣ р.р. Элиманаара и Кюма), извѣстныя о которыхъ опубликованы, повидимому, только въ сибирской современной печати ⁵⁾ и многія другія.

Во многихъ случаяхъ можно констатировать превращеніе поверхностнаго течения рѣки въ подземное и функционирующей долины въ сухую или мертвую. Въ большинствѣ случаевъ, такой процессъ происходитъ вслѣдствіе постепеннаго или внезапнаго опусканія уровня грунтовыхъ водъ, но онъ можетъ быть также результатомъ постепеннаго расширенія поглощающихъ трещинъ и поноровъ. Вслѣдствіе этого все большее и большее количество воды поглощается понорами, и нормальная долина превращается въ сухое русло, по которому течение наблюдается только во время паводковъ, когда пещерныя ходы не въ состояніи провести всей воды.

Во всѣхъ карстовыхъ рѣкахъ наблюдается, кромѣ того, тенденція къ перемѣщенію поноръ вверхъ по теченію, вслѣдствіе чего все на большемъ протяженіи нормальная поверхностная долина превращается въ сухую и поверхностная циркуляція замѣняется глубиной. Отсюда происходитъ прогрессивное обѣднѣніе водой карстовыхъ странъ, на которое особенно краснорѣчиво указываетъ Мартель ⁶⁾. Быстрота этого процесса зависитъ отъ цѣлага

¹⁾ В. Докучаевъ. Матеріалы по оцѣнкѣ земель Нижегородской губерніи, выд. XIII, стр. 54 и д.

²⁾ В. Леонковъ. Озера Нижней Рачи (въ Шаурской котловинѣ, въ Закавказьѣ). Землеустройство, т. IX, 1902 г., кн. 2—3, стр. 272.

³⁾ А. Круберъ. Нотадка на Арабикъ. Естественныя и Географія, 1912 г., № 1, стр. 1, а также Е. А. Martel. La côte d'azur russe.

⁴⁾ К. Сатуниъ. Экскурсія въ пещеры Сухумскаго округа. Пещеры—вазаны Абласкира и Адаба. Изв. Кавказскаго Отдѣла Им. Русс. Географ. Общества, т. XXI, 1911—1912 г., № 1, стр. 13. Овъ же. Очерки природы Кавказа, Естественныя и Географія, 1911 г., № 2, стр. 16.

⁵⁾ Вырѣзка изъ одной сибирской газеты; точное указаніе не можетъ быть приведено.

⁶⁾ Е. А. Martel. La spéléologie, стр. 56. L'évolution souterraine Paris, 1906, стр. 107 и 110—111.

ряда причин: 1) от степени трещиноватости известняк, способствующей поглощению воды и образованию поноръ, 2) от большего или меньшего количества осадковъ, (при прочих равныхъ условияхъ, рѣки болѣе обильныя водой имѣютъ болѣе шансовъ сохраниться на поверхности и углубить нормальную долину до водоноснаго горизонта), 3) от количества передвигаемыхъ рѣкой наносовъ, причемъ обиліе ихъ препятствуетъ пропосу истощенія рѣки, такъ какъ поноры все болѣе и болѣе засоряются и закупориваются наносами, 4) от состава известняк, причемъ содержаніе въ немъ большого количества глинистыхъ частицъ также способствуетъ замазыванію поглощающихъ трещинъ и сохраненію рѣки на поверхности.

Противоположный этому процессъ представляетъ образованіе поверхностной долины изъ подземнаго русла рѣки путемъ провала потолка надъ пещерами. Этотъ процессъ характеризуетъ, вообще говоря, зрѣлую или старческую фазу карста, когда въ глубинѣ изъ узкихъ, проводящихъ воду каналовъ выработались вмѣстимыя пещеры.

Въ этомъ случаѣ о пражнемъ подземномъ теченіи свидѣлствуютъ естественныя мосты, уцѣлѣвшіе мѣстами на протяженіи долины (напр., естественныя мосты на рѣкѣ Ракбахъ у Св. Канціана въ гвсу, Pont d'Arc въ каньонѣ рѣки Арденъ¹⁾, естественный мостъ дамю въ 250 м. на рѣкѣ Сонга²⁾ и т. д.). Но даже въ случаѣ отсутствія этихъ послѣднихъ, самый характеръ долины—узкое и глубокое ущелье съ крутыми отвѣсными стѣнками, до нѣкоторой степени, свидѣлствуетъ въ пользу такого способа проекожденія долины. Дѣйствительно, пещерныя ходы характеризуются болѣе развитіемъ въ вертикальномъ направленіи, чѣмъ въ ширину. У многихъ авторовъ существуетъ даже тенденція вообще приписывать происхожденіе каньонобразныхъ долинъ въ карстѣ обвалу потолка надъ пещерами. Хотя такое предположеніе и допустимо, но намъ кажется, что правдоподобность тако-го именно возникновенія долины должна быть доказана для каждаго отдѣльнаго случая, такъ какъ мыслимо, что сильная (имѣющая большое паденіе) и многоводная рѣка въ состояніи

¹⁾ E. Martel. Les Abimes, стр. 150.

²⁾ Leclère. Annales des mines. XX, 1901.

сохраниться на поверхности благодаря быстрой эрозии известняковой толщи, и быть надобности предполагать для нея предварительной пещерной стадии.

IX.

Гидрография Крымского карста.

Переходя теперь къ гидрографическимъ условіямъ яйлъ Крыма, замѣтимъ прежде всего, что карстъ Крыма долженъ быть отнесенъ скорѣе къ категоріи мелкаго карста, такъ какъ мощность известняковъ здѣсь только въ немногихъ случаяхъ превышаетъ 350—400 м., а въ большинствѣ случаевъ ова значительно меньше. Верхніе горизонты Яйлы сложены, за немногими исключеніями (напр., часть Демерджинской Яйлы), изъ известняковъ юрскаго возраста, подвергшихся интенсивному закарстованію; подъ ними обыкновенно залегаютъ песчаники и конгломераты, подстилаемые въ свою очередь водоупорными глинистыми сланцами лейкасоваго возраста. Сравнительно рѣдко известняки непосредственно подстилаются глинистыми сланцами.

Многочисленными геологическими изслѣдованіями доказано, что главнымъ водоноснымъ горизонтомъ здѣсь являются песчаники и конгломераты, рѣже нижніе горизонты известняковъ, залегающіе надъ глинистыми сланцами ¹⁾. Точно также и большая часть рѣкъ беретъ начало изъ слоевъ песчаника и конгломерата.

Такъ, рѣка Альма и притоки ея выходятъ изъ песчаниковыхъ слоевъ, рѣка Тунасъ вытекаетъ около возвышенности Демиръ-Хану изъ янсева конгломерата, источникъ Кизиль-Хоба и рѣчка того же имени имѣютъ выходъ, по Романовскому ²⁾, изъ зеленыхъ песчаниковъ съ конгломератами, обнаруживающихся близъ деревни Кизиль-Хоба и Чавке, въ мѣстѣ выхода рѣки Бююкъ-Карасу Дюбуа де Монперѣ ³⁾ и Гюю ⁴⁾ указываютъ подъ известняками присутствіе

¹⁾ См. Г. Романовскій. Геологическій очеркъ Таврическаго полуострова. Горный журналъ, 1867 г. III, стр. 69—100 и стр. 272—309; Dubois de Monpereux. Voyage autour du Caucase et en Crimée, т. V; геологическій очеркъ Крыма Нюст въ сочин. Демидова, Demidoff Anatole. Voyage dans la Russie Méridionale et la Crimée. Paris, 1840—42, 4 vol; Н. И. Карамзинъ. Объ условіяхъ залеганія артезианскихъ водъ въ Геодосійскомъ уѣздѣ, Таврич. губ. Труды Сиб. Общества Естественнагоислѣдатель, т. XXI, 1890 г.

²⁾ Романовскій, ibidem.

³⁾ Dubois de Monpereux, т. V, стр. 330.

⁴⁾ Нюст, ibidem, т. V, стр. 345.

конгломератовъ и песчаниковъ, рѣка Черная беретъ начало на границѣ известняковъ конгломератовъ и глинистыхъ сланцевъ (смотри ниже).

Въ связи съ этимъ находится безводіе вершинныхъ площадей яйлъ и верхнихъ частей ихъ склоновъ. Часами можно бродить по Яйлъ, не встрѣчая ни одного источника, ни одной капли воды. Пастухи со стадами должны или спускаться за водой внизъ въ ущелья, или довольствоваться ничтожными озерами стоячей поверхностной воды въ долинахъ и другихъ замкнутыхъ котловинахъ, днища которыхъ выстланы непроницаемой глиной. Весной, когда все-таки отъ времени до времени выпадаютъ дожди и когда снѣгъ и талыя воды еще сохраняются въ этихъ пониженіяхъ, недостатокъ воды ощущается не такъ остро, какъ къ концу лѣта, когда эти запасы воды успѣютъ израсходоваться путемъ испаренія или на водопой скота и когда мелкія воды во впадинахъ довелись за-грябаться. Человѣку въ это время приходится затрачивать не мало усилий, чтобы раздобыть пригодную для питья воду, или спускаясь далеко внизъ въ ущелья за водой, или добывая ее изъ снѣга и льда, сохраняющагося иногда въ теченіе всего лѣта въ глубокихъ шахтахъ-жолодкахъ, благодаря спеціальнымъ термическимъ ихъ условіямъ. Но все эти запасы воды ничтожны даже тамъ, гдѣ человѣкъ помогаетъ природѣ, чтобы обезпечить себя въ сухое время года, набивая снѣгомъ естественныя шахты и воронки и въ зыциту отъ нагрѣванія прикрывая ихъ соломой, или создавая искусственно болѣе вмѣстимыя углубленія (напр., пруды въ Яйлъ между Ай-Петри и Язтой, на Долгоруковской Яйлъ и т. д.) для удержанія поверхностныхъ водъ.

Эта скудость влаги на яйлахъ и обуславливаетъ, главнымъ образомъ, архаическій бытъ чабановъ, являющихся единственными постоянными обитателями этихъ негостеприимныхъ пустыней въ теченіе лѣтняго сезона.

Но стоитъ только опуститься на 200—400 метровъ по склону яйлы или въ дно глубокихъ ущелій, прорѣзывающихъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ эти склоны, какъ картина мѣняется. Появляются многочисленные источники, изъ которыхъ иногда непосредственно у мѣста ихъ выхода формируются горные потоки и небольшие рѣчки. Высота выхода этихъ источниковъ находится въ общемъ въ соответствии съ мощностью известняковъ данного

участка Яйлы и высотой над уровнем моря подстилающих известняк глинистых сланцев. Так, мощность известняков на Чатырдагъ оценивается въ 400 метров ¹⁾, такъ что высота верхняго горизонта глинистых сланцевъ, принямая во внимание промежуточную толщю конгломератовъ, должна колебаться въ среднемъ отъ 1000 до 600 метровъ въ зависимости отъ большей или меньшей высоты Чатырдага въ разныхъ его частяхъ.

Наиболѣе высоко расположенные источники Чатырдага, судя по картѣ Головкинскаго ²⁾, которую я позволяю здѣсь воспроизвести, такъ какъ она помѣщена въ мало доступномъ изданіи, выходятъ между изогипсами 400—500 саж., т.-е. на высотѣ между 850—1050 метрами. Наболѣе многочисленны источники между изогипсами 300—400 саж., т.-е. въ среднемъ на высотахъ 640—850 метровъ. На восточныхъ и западныхъ склонахъ Чатырдага наибольшее число источниковъ приурочены къ изогипсѣ 400 саж., т.-е. къ высотѣ 850 метр., на сѣверномъ склонѣ соответственно общему пониженію Яйлы Чатырдага въ этомъ направленіи, за исключеніемъ трехъ источниковъ, всѣ остальные выходятъ на высотахъ ниже 650 метр.

Ниже по склонамъ количество источниковъ снова уменьшается, причемъ эти источники уже выходятъ изъ глинистых сланцевъ, прикрытыхъ осадками и обломками известняка или конгломерата (известняковымъ щебнемъ или мусоромъ по Головкинскому) ³⁾.

Такое же соотвѣтствіе между высотой, на которой залегаютъ верхніе горизонты глинистых сланцевъ, и выходомъ источниковъ мы находимъ и въ указаніяхъ Листова ⁴⁾.

На Бабуганѣ источники совершенно отсутствуютъ (смотри карту Головкинскаго) на высотахъ выше 600 саж. или 1280 метр., и всего только 5 источниковъ выходитъ на высотахъ отъ 1050 до 1280 метр. Надо отмѣтить, что известковая толща на Бабуганѣ менѣе значительна, чѣмъ на Чатырдагѣ, а обнаженія глинистых сланцевъ находятся на сравнительно большой высотѣ надъ уровнемъ моря. Такъ, на пути отъ Алушты на Бабуганъ глинистые

¹⁾ Guide des excursions du VII congrès géologique international à St. Petersb. 1897 г.

²⁾ Головкинскій. Источники Чатырдага и Бабугана, прил. № 2 къ отчету гидрогеолога Таврической Губ. Земск. Управл. Симфер. 1893 г.

³⁾ Ibidem, а также Головкинскій. Отчетъ гидрогеолога Таврич. губ. за 1897 г.

⁴⁾ Листовъ. Физико-географическія наблюденія въ Таврическихъ горахъ. Изв. Им. Русск. Географ. Общества, т. XXVIII.

сотѣ, представляютъ исключеніе, большая же часть источниковъ расположена ниже изогнсы въ 400 саж. или 850 метр. Интересно отмѣтить, что наиболѣе высоко расположенные источники находятся близъ Гурбетъ-дере богаза (Гурзуфскаго сѣзда), на переходѣ отъ яйлы Бабугана къ Никитскую яйлу (два источника на высотѣ около 1280 и 1290 метр.), но здѣсь какъ разъ глинистые сланцы обнажаются, но мнѣ не удалось опредѣлить, на высотѣ между 1250—1270 метрами. На склонахъ Краби-яйлы, соответственно меньшей абсолютной высотѣ, и источники выходятъ на болѣе низкомъ горизонтѣ.

Такъ, на южномъ склонѣ близъ Туаской пещеры послѣднія большія обнаженія глинистыхъ сланцевъ находятся на высотѣ 711,5 м. (причемъ, однако, менѣе значительныя обнаженія находятся и выше), а на высотѣ 768,5 м., тамъ же, выходятъ источники ¹⁾. Въ восточной части Караби-яйлы имѣется еще два довольно высоко расположенныхъ источника (высота между 750—800 метр.). На сѣверо-западѣ, близъ деревни Казанлы, уровень воды въ колодцѣ находится на высотѣ 654 м. ²⁾, а высота яйлы здѣсь всего около 715 метр., глинистые же сланцы обнажаются на абсолютной высотѣ 644—649 метр.

И на склонахъ другихъ яйлъ выходы ключей находятся въ соответствии съ высотой залеганія надъ уровнемъ моря непроницаемыхъ породъ. Правда, различія въ высотахъ ихъ выхода все-таки довольно значительны, но это удовлетворительно объясняется: 1) тѣмъ, что обвалы известняковъ, конгломератовъ, массы щебня вулканическихъ породъ и глинистыхъ сланцевъ даютъ возможность образоваться источникамъ и ниже верхней границы глинистыхъ сланцевъ, 2) сложностью дислокацій, которую претерпѣли глинистые сланцы, вслѣдствіе чего высота ихъ верхней границы подвержена значительнымъ колебаніямъ, и они пронизаны въ нѣкоторыхъ мѣстахъ трещинами сбросовъ, что, въ свою очередь, даетъ нѣкоторую возможность проникать водѣ въ самую толщу глинистыхъ сланцевъ, 3) свойствомъ трещиноватыхъ породъ (тамъ, гдѣ водоненный стѣй залегаетъ въ самыхъ известнякахъ) пропускать воду только по нѣбольшимъ трещинамъ, такъ что мѣсто выхода источниковъ зависитъ отъ распредѣленія трещинъ въ горной породѣ.

¹⁾ Лястовъ. Ibidem.

²⁾ А. Кругбергъ. Извѣстныя страхованія по Яйлѣ. Землемѣреніе, 1911 г., кн. I—II.

(исключая данные о 226 источниках преимущественно Чатырдага и Бабугана).

Все это свидетельствует, что на крымских яйлах просачивающиеся воды достигли, в большинстве случаев по крайней мере, возможно низкого для них уровня, определяемого залеганием водоупорных пород. В толще известняка там, где под ним залегают конгломераты, происходит только вертикальная циркуляция и грунтовые воды находятся в конгломератах. При непосредственном налегании известняков на глинистые сланцы, грунтовые воды собираются и движутся в нижних слоях известняков. Является вопрос, имеются ли здесь обособленные водотоки, которые бы давали начало источникам в той же зависимости от залегания водоупорных пород.

Во время моих исследований нарта на крымских яйлах, мною было обращено внимание на замкнутую котловину, известную под названием „Бептекне“ и представляющую в сущности миниатюрное озеро (смотри стр. 88).

У южного края этого поля, в небольшом расстоянии от обрыва Яйлы и на сравнительно значительной высоте над уровнем моря, имеются два родника, воды которых сливаются и вскоре, после непродолжительного поверхностного течения, исчезают в воронку, высота которой над уровнем моря определена нивелировкой и равняется 978,2 метр. (458,5 саж.) Один из источников выходит, судя по моим anerоидным определениям, на высоту 979,8 метров и является постоянным; приблизительно на 10 метр. выше этого источника и непосредственно над ним открывается узкий извилистый ход, который во время моих обоих посещений в ближайшей к выходу части (в августе 1910 и 1912 года) воды не имел. Последний раз я посетил Бептекне в конце мая 1913 г. На этот раз мне удалось проникнуть по вышеупомянутому ходу до места, где стояла вода, однако определить высоту не представлялось никакой возможности, так как вследствие узости хода, приходилось двигаться ползком и нельзя было захватить с собой инструментов. Судя, однако, по рассказам местных чабанов по этому ходу после продолжительных дождей, а следовательно и весной, во время таяния снега, в большом количестве вытекает вода, так что котловина затопляется на более или менее продолжи-

тельное время. Самый факт существованія родника на вершинной площадке Яйлы казался, на первый взгляд, загадочным и необъяснимымъ съ точки зрѣнія теоріи грунтовыхъ водъ.

Однако, болѣе близкое знакомство съ мѣстностью показало мнѣ, что въ ближайшихъ окрестностяхъ котловины Бештеке наблюдаются контактъ известняковъ съ глинистыми сланцами ¹⁾ и что здѣсь, слѣдовательно, водоупорныя породы находятся неглубоко подъ поверхностью. Судя по изслѣдованіямъ А. Бориска ²⁾, залеганіе глинистыхъ сланцевъ здѣсь на высотѣ Яйлы объясняется „сдвигомъ, совпадающимъ приблизительно съ линіей Эски-Богазъ-Лимены, совершенно аналогичнымъ Байдарскому сдвигу. Восточное крыло его перемѣщено относительно западнаго къ югу, благодаря чему на западномъ крылѣ сланцы оказываются на высотѣ Яйлы“.

Такимъ образомъ, и здѣсь выходъ постоянного источника находится въ зависимости отъ залеганія водоупорныхъ породъ, а болѣе высоко расположенные ходы (кромя описаннаго, имѣется еще одно отверстіе, расположенное приблизительно на той же высотѣ), функционируютъ лишь послѣ поднятія горизонта грунтовыхъ водъ, обусловленнаго сильными дождями или таяніемъ снѣга.

Что касается рѣзъ нарстовой области Крыма, то изъ установленныхъ нами трехъ типовъ имѣются рѣзъ второго и третьяго типа. Рѣзъ перваго типа не могутъ существовать въ Крыму, такъ какъ известняки занимаютъ здѣсь наиболѣе возмѣщенные части главной гряды и нѣтъ условій для проникновенія сюда рѣзъ изъ области непроницаемыхъ горныхъ породъ.

Какъ уже сказано, почти всѣ рѣзъ Крыма берутъ начало въ известнякахъ и конгломератахъ главной гряды, подстилаемыхъ глинистыми сланцами. Сравнительно немногія изъ нихъ вытекаютъ непосредственно изъ известняковъ Яйлы, причѣмъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ выходъ источниковъ изъ известняковъ является лишь кажущимся, такъ какъ обвалы и осыпи известняка маскируютъ выходъ источниковъ изъ конгломератоваго слоя. Въ тѣхъ же немногихъ случаяхъ, когда источники находятся дѣйствительно въ

¹⁾ А. Крүберъ. Изъ лѣтнихъ странствованій по Яйлѣ. Землеустройство, 1911 г. кн. I—II, стр. 40.

²⁾ Извѣстія Геологическаго Комитета, 1906 г., № 1, стр. 24—26.

Исследование положения глинистых сланцев, конгломератов и известняков въ Аянскомъ уездѣ привело геолога Н. Каракаша ¹⁾ къ тому выводу, что здѣсь произошелъ сбросъ по плоскости, проходящей какъ разъ черезъ источникъ. По трещинѣ сброса, воды, собирающіяся надъ глинистымъ сланцемъ, поднимаются и выходятъ въ грунтъ въ видѣ восходящаго источника. Такого рода источникамъ въ Германіи даютъ названіе Quelltopf. Прямѣромъ подобныхъ источниковъ могутъ служить источникъ Ааха, въ которомъ появляются воды Дуная, исчезнувшія у Иммедингена, ис-

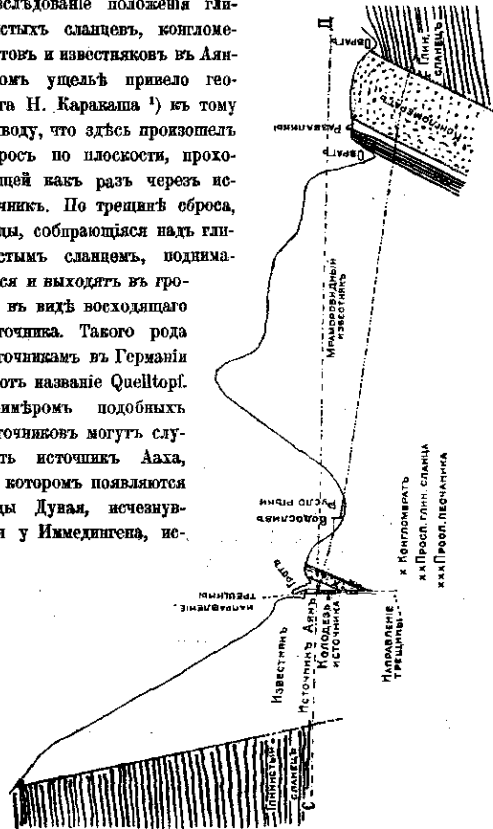


Рис. 55. Геологическій профиль Аянскаго уезда по П. А. Двойченко. Вертикальный масштабъ въ 5 разъ менѣе горизонтальнаго.

точникъ р. Соргъ, Воклюзъ во Франціи, окна Подолия, Подлесья и т. д.

¹⁾ Смотри: Н. Н. Каракашъ. Гидрогеологическія изслѣдованія верховьевъ р. Салгиря для водоснабженія города Симферополя.

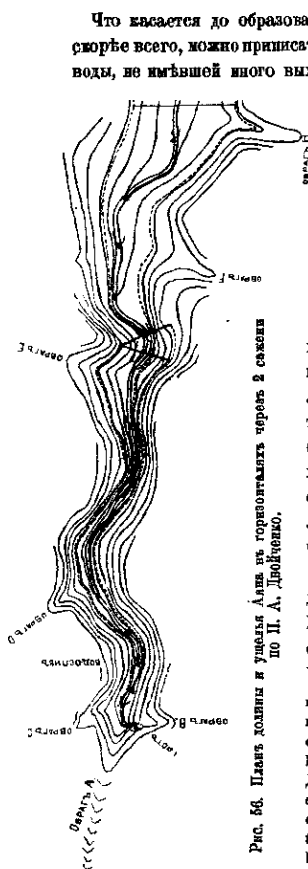


Рис. 86. План долины и ущелья Аяны на горномыслии черном в саване по П. А. Дюбуа.

Что касается до образования грота Аянского источника, то его, скорее всего, можно приписать сильному гидростатическому давлению воды, не имевшей иного выхода, как по трещинам сброса, и вследствие сильного напора расширившей устьевой конец трещины. Источник расположен на высоте 433,5 м. и представляет собой колодезь в 2 м. в поперечник; глубина воды, по моим измерениям, была 7 метров в конце июля 1908 г. Выйдя из грота, Салгирь разбивается на ряд струй, которые быстро текут среди хаоса глыб и камней, образуя местами небольшие водопадики. На всем протяжении до деревни Аяна долина имеет каньонообразный характер и в сечении напоминает букву V. (смотри рис. на стр. 162), за деревню характер долины резко меняется, она расширяется получает более пологие склоны и имеет поперечное сечение в виде U.

Весьма характерную циркообразную долину имеют также истоки р. Бююк-Карасу берущей начало в 7—8 верстах от г. Карасубазара¹⁾. Речка те-

¹⁾ Истоки Бююк-Карасу издавна обратили на себя внимание ученых и описание их мы находим у Палласа, у Дюбуа де Монперэ т. V, стр. 380, у Нюот. (A. Demidoff. Voyage dans la Russie Méridionale et la Crimée, т. V, стр. 376). Дюбуа считает водоупорным слоем глинистый сланец. Он говорит: „Il paraît que cette assise de roc repose sur une couche schisteuse qui tient l'eau; car on la voit sourdre à gros bouillons du pied de cette roche, ou filtrer de toutes parties comme en travers un crible". Нюот

указывает, что известняки здесь подстилаются песчаниками и в свою очередь увязаны песками и кварцитами. Он приписывает запутанное залегание здесь горных пород дислокации (сбосу), поднявшей известняки; в связи с этой дислокацией, по его мнению, находится и образование пещеры. Главная масса воды,

понижения своего русла. Сначала она протекала по верхней пещерѣ Іаль-хоба, затѣмъ въ пещерѣ Харанлыкъ-хоба, причѣмъ мѣсто выхода ея опустилось на 40 метр., въ настоящее время она выходитъ еще ниже, и только избытокъ водъ послѣ дождей пользуется прежнимъ русломъ пещеры Харанлыкъ. Изъ всего вышеизложеннаго видно, что рѣчка на большей части своего протяженія протекаетъ выше возможнаго уровня грунтовыхъ водъ. Въ пользу этого свидѣтельствуегь исчезновеніе ея въ дырахъ, сильная эрозіонная дѣятельность въ пещерѣ, гдѣ она образуетъ водопады. Какъ мы уже видѣли, и въ мѣстѣ своего современнаго выхода рѣчка не достигла еще низшаго уровня карстовыхъ водъ надъ подстилающими известняки водоупорными породами.

Третья исчезающая рѣчка, протекаетъ по маленькому полюю Бештекине и описана нами выше (смотри стр. 88 и 174). Какъ и всѣ рѣчки въ колыхъ, она имѣетъ крайне малое паденіе и извѣстное теченіе.

За исключеніемъ этихъ немногихъ постоянныхъ рѣчекъ, на Яйлы собственно мы имѣемъ только временные потоки послѣ большихъ дождей или таянія снѣга весной, которые или заканчиваются въ пониженныхъ мѣстахъ поверхности, образуя временныя озера, причѣмъ вода этихъ послѣднихъ, большею частью, расходуется лишь путемъ испаренія и только въ болѣе рѣдкихъ случаяхъ, исчезаетъ въ трещинахъ. Существованіе такихъ дождевыхъ стока, имѣющихъ болѣе или менѣе значительное протяженіе, объясняется до большей части тѣмъ обстоятельствомъ, что поглощающія воды трещины на этихъ участкахъ замазаны и закупорены глинистыми продуктами выветриванія. Въ такихъ мѣстахъ получаютъ рытвины размыва, чаще всего вдоль тропинокъ, колесныхъ дорогъ и вообще участковъ Яйлы, гдѣ нарушена цѣлость деряоваго покрова.

Однако, такой процессъ неминуемо долженъ закончиться, когда скоро размывъ обнажитъ известняковую породу и начнутъ вновь функционировать поглощающія трещины. Поверхностная циркуляція и здѣсь можетъ быть непрерывной и постоянной только въ томъ случаѣ, если котловина, по которой течетъ вода, понижена до уровня грунтовыхъ водъ.

Въ нѣкоторыхъ участкахъ Яйлы, напимѣръ на Яйлѣ между Байдарскими воротами и Ламеями, временная поверхностная цир-

куляция объясняется, особенно на сѣверномъ склонѣ, сравнительно высокимъ залеганіемъ глинистыхъ сланцевъ, выдвинутыхъ здѣсь тектоническими силами (сдвиги и обросы) почти на тотъ же уровень, на которомъ залегаютъ известяки. Этимъ надо объяснить характерное расчлененіе сѣвернаго склона Яйлы въ этой области цѣлымъ рядомъ овраговъ, такъ рѣзко контрастирующихъ съ уютными однообразіемъ яйлъ въ другихъ мѣстахъ. Заросли лѣса, въ видѣ зеленѣющихъ лентъ собирающихся по оврагамъ, еще рѣзче выдѣляютъ эти оазисы зелени отъ нарровыхъ поверхностей сосѣдней яйлы.

Но если текуція воды играютъ въ настоящее время столь незначительную роль въ ландшафтѣ вершинной поверхности Яйлы, то, съ другой стороны, не слѣдуетъ слишкомъ низко оцѣнивать ихъ значеніе въ конфигураціи первой горной гряды. Обособленіе этой главной гряды отъ болѣе низкаго втораго края, отдѣленіе отъ нея на сѣверномъ склонѣ ряда изолированныхъ массивовъ и, наконецъ, расчлененіе ея на отдѣльныя плато, какъ Чатырдагъ, Демерджи, Долгоруковская яйла, Караби,—расчлененіе, достигающее своего максимума къ востоку отъ этой послѣдней яйлы, гдѣ характеръ гряды уже совершенно нарушенъ и она распадается на цѣлый рядъ вполне изолированныхъ массивовъ, заманивающихъ на востокъ къ сѣверу отъ города Теодосіи горой Агермышъ,—все это въ значительной степени является результатомъ размыва. Правда, дѣятельности воды во многихъ случаяхъ было, такъ сказать, предугазано направленіе линиями тектоническихъ нарушенийъ, но тѣмъ не менѣе самое обособленіе несомнѣнно есть результатъ эрозии.

Благодаря размыву создались какъ продольныя изоклинные долины, отдѣляющія первую гряду отъ второй или отграничивающія отдѣльныя формосты первой гряды отъ ея главной массы (напр., продольная долина къ сѣверу отъ Караби-яйлы), такъ и поперечныя пониженія, отдѣляющія другъ отъ друга Бабуганъ, Чатырдагъ, Долгоруковскую, Демерджанскую и Караби-яйлу.

Процессъ образованія прерывающихся Яйлу богатствъ мы можемъ наблюдать такъ, гдѣ рѣчки противоположныхъ склоновъ уже близко подходятъ другъ къ другу, соответственно суживая площадь Яйлы. Таковы, напримѣръ, участки Яйлы у Гурзуфскаго сѣла

или Гурбетъ-дере богаза. Сближеніе здѣсь истоковъ Писары, Донги и Качи, съ одной стороны, и Авинды и другихъ небольшихъ рѣчекъ южнаго склона—съ другой, настолько значительно, что не устранена въ будущемъ возможность полного прорыва яйлы (смотри стр. 100). Наибольшую роль при поперечномъ расчлененіи Яйлы, несомнѣнно, играло удлиненіе рѣкъ въ ихъ верховьяхъ (регрессія), хотя этому могли содѣйствовать и карстовые процессы: именно описанное нами выше образованіе карстовыхъ мульдъ и „увала“, вполнѣтвѣн захваченныхъ соседними рѣками въ систему регулярнаго стока. Надо также имѣть въ виду, что продолжительность періода, въ теченіе котораго работала эрозіонная дѣятельность водъ надъ моделировкой Яйлы, была очень велика и продолжалась въ теченіи нѣсколькихъ геологическихъ эпохъ.

Такъ, Узунджійская котловина представляла несомнѣнно такую замкнутую котловину, быть можетъ, въ своей расширенной части пережившую озерную стадію ¹⁾ и только вполнѣтвѣн соединившуюся съ Байдарской долиной. О другихъ подобныхъ котловинахъ Байдарской, Варипутской, Конія, Кайту и Ласпицкой была рѣчь въ VI главѣ. Весьма возможно, кромѣ того, что карстовый процессъ игралъ роль въ расчлененіи современной Яйлы и въ другихъ отношеніяхъ,—именно, что нѣкоторыя поверхностныя долины каньонообразной формы представляли нѣкогда участія подземнаго теченія рѣки—и образовались изъ послѣднихъ путемъ обрушиванія потолка пещеръ.

Мы уже видѣли, что прямыхъ доказательствъ такого процесса въ настоящее время нельзя указать, что, впрочемъ весьма естественно въ виду давности этого процесса. Больше всего такого рода предположеніе приложимо къ тѣснинѣ, въ которой прорывается рѣка Черная къ Севастопольской бухтѣ, къ верхнему теченію рѣки Салгира и т. д.

Резюмируя все сказанное въ трехъ послѣднихъ главахъ, мы приходимъ къ слѣдующимъ выводамъ.

- 1) Въ мелкомъ карстѣ несомнѣнно существуетъ грунтовая вода.
- 2) Въ большинствѣ случаевъ и въ глубокомъ карстѣ можетъ быть констатируемо существованіе грунтовыхъ водъ, причемъ

¹⁾ Смотри Кондаракъ. Универсальное описаніе Крыма.

нормально грунтовые воды карста распределены надъ перьямъ подстилающимъ известнякъ непроницаемымъ слоемъ.

3) Достижение просачивающейся водой непроницаемыхъ породъ, а, слѣдовательно, и образование нормальныхъ грунтовыхъ водъ зависитъ въ глубокомъ карстѣ: а) отъ мощности и однородности известняковой породы, б) отъ степени ея трещиноватости (а слѣдовательно, и отъ интенсивности дислокаціонныхъ процессовъ), в) отъ продолжительности процесса закарстованія (*является функцией времени*) и г) отъ состава горной породы.

4) Слабая сторона теоріи Грунда заключается въ томъ, что онъ придаетъ ей слишкомъ большую универсальность, недостаточно обращая вниманіе на различія, вызываемыя поименованными выше факторами.

5) Въ частности, въ глубокомъ карстѣ просачивающіяся воды, въ случаѣ малой трещиноватости горной породы, могутъ не достигнуть низшаго для нихъ гидростатическаго уровня, опредѣляемаго залеганіемъ непроницаемыхъ породъ иного, чѣмъ известнякъ, состава, и тогда изъ серіи слоевъ известнякъ менѣе трещиноватые опредѣляютъ собой уровень грунтовыхъ водъ.

6) Въ случаѣ неравномѣрной трещиноватости, по сосѣдству могутъ существовать независимыя другъ отъ друга режимы грунтовыхъ водъ и даже обособленные водотоки. Такое положеніе вещей свойственно, однако, болѣе юному карсту, когда процессъ закарстованія начался недавно.

7) При разсмотрѣніи вопроса необходимо также обращать вниманіе на химическій составъ известняковъ, причемъ, при вѣтриваніи мергелистыхъ и, вообще, не вполне чистыхъ известняковъ проводящія воду трещины могутъ быть замазаны продуктами разложенія известняка, и правильность гидрографіи нарушается. При этомъ глубинная циркуляція можетъ даже замѣниться поверхностной.

8) Различіе въ воззрѣніяхъ Грунда и противниковъ его теоріи въ настоящее время не такъ велико вслѣдствіе уступокъ, сдѣланныхъ обѣими сторонами.

9) Наблюденія въ карстѣ Крыма въ общемъ согласуются съ теоріей грунтовыхъ водъ, причемъ эта послѣдняя подтверждается:

1) мѣстомъ выхода источниковъ въ конгломератахъ, песчанникахъ

или нижних слоев известняка; 2) положением источников типа „воклязь“ (источники Салгира, Бююк-Карасу и Черной рѣки). Но положение источников Сууык-су и Соботкана, на первый взгляд, противорѣчит теоріи грунтовых водъ. Если для перваго изъ названныхъ источниковъ эта аномалія можетъ быть объяснена тектоническими причинами, то второй случай не поддается, по крайней мѣрѣ, на основаніи имѣвшихся у автора данныхъ, объясненію съ точки зрѣнія теоріи грунтовых водъ.

Въ карстѣ Крыма можно также констатировать вліяніе состава известняка на гидрографію.

Конечный выводъ можетъ быть сформулированъ слѣдующимъ образомъ: *какъ съ глубокомъ, такъ, тѣмъ болѣе, съ мелкомъ карстѣ грунтовая вода или существуютъ въ нормальномъ видѣ, или имѣется тенденція къ нормальному развитію грунтовой воды, встречаясь, однако, препятствіе со стороны поминутныхъ подъ третьей рубрикой факторовъ.*

Для поверхностной гидрографіи карста характерны слѣдующія черты. 1) Малочисленность рѣчныхъ долей и каньонообразный характеръ послѣднихъ. 2) Рѣки карста принадлежатъ къ тремъ типамъ: а) многоводныя рѣки, имѣющія истокъ въ области непроницаемыхъ породъ и прорѣзывающія всю область карста; б) окраинныя рѣки и в) рѣки, въ концѣ-концовъ исчезающія подъ землю. 3) Соответственно этому, мы имѣемъ слѣдующіе типы долинъ: а) глубокія каньонообразныя долины, б) циркообразныя или мѣшкообразныя долины, в) слѣпныя или полуслѣпныя долины, г) мертвыя или сухія долины. 4) Нормальныя и слѣпныя долины въ карстѣ, въ пѣкоторыхъ случаяхъ, обязаны своимъ происхожденіемъ провалу потолка надъ пещерными рѣками. Прямыхъ доказательствъ такого именно происхожденія каньонообразныхъ долинъ въ Крыму не имѣется. 5) Большая часть карстовыхъ рѣкъ Крыма принадлежитъ къ типу окраинныхъ и характеризуется циркообразными долинами въ верховьяхъ. 6) Въ небольшомъ числѣ имѣются здѣсь рѣчки (сравнительно маловодныя), начинающіяся на самой Яйлѣ и ватѣмъ исчезающія подъ землей. 7) Расчлененіе Яйлы начинается съ ея окраинъ и постепенно поднимается въ глубь. 8) Главную роль въ этомъ процессѣ играетъ отступленіе вверхъ истоковъ рѣкъ, а отчасти также карстовая денудация.

X.

Пещеры, их преобразование и заполнение.

Грунтовыми воды карета во время своего пробѣга по подземнымъ пустотамъ совершаютъ какъ коррозионную, такъ и эрозивную работу. Во многихъ отношеніяхъ эти потоки грунтовой воды сходны съ поверхностными рѣками, въ другихъ отношеніяхъ они обнаруживаютъ нѣкоторые различія. Прежде всего, подземные потоки находятся въ тѣсной зависимости отъ сѣти трещинъ, и поэтому направленіе ихъ теченія часто рѣзко измѣняется подлѣ прямымъ (напримѣръ, пещера Падиракъ) или острымъ угломъ. Протекающія воды, могутъ правда, благодаря эрозиі нѣсколько преобразовать сѣть трещинъ, нѣсколько закруглить острые углы, въ мѣстахъ поворота теченія создать ниши (вслѣдствіе удара здѣсь волъ въ стѣнки пещеръ), но вполне эмансипироваться отъ зависимости отъ сѣти трещинъ онѣ не могутъ¹⁾. Другой отличительной чертой являются частыя бифуркаціи русла. Наконецъ, высота, на которой протекаютъ эти потоки, зависитъ отъ высоты, на которой находится источникъ, что говоритъ въ пользу того факта, что мы имѣемъ здѣсь дѣло именно съ потоками грунтовой воды²⁾.

Въ другихъ отношеніяхъ подземные потоки обнаруживаютъ полное сходство съ рѣками. Подобно этимъ послѣднимъ, они принимаютъ боковыя артеріи—притоки, образуютъ водопады и пороги³⁾, несутъ гальку и иль⁴⁾. Галька можетъ быть какъ внѣшняго происхожденія, если въ пещерѣ пропадаетъ рѣка, протекавшая прежде на поверхности, такъ и происходить отъ обрушенія глыбъ горной породы со стѣнъ и потолка пещеры. Нерѣдко встрѣчаются въ подземныхъ потокахъ также стволы деревьевъ и сучья, занесенные сюда съ поверхности. Не подлежитъ сомнѣнію, что самое образованіе пещерныхъ ходовъ происходитъ какъ подлѣ вліяніемъ коррозиі, такъ и эрозиі, причемъ не представляется возможнымъ говорить о преобладаніи того или другого процесса, хотя многіе авторы и въ томъ числѣ Кнебель⁵⁾ отдають преимущество коррозиі. О кор-

¹⁾ Grund. Morphologie des Dinarischen Gebirges, стр. 158.

²⁾ Ibidem, стр. 160.

³⁾ Позднѣе, по большей части, указывается, что потокъ течетъ еще выше уровня грунтовой воды.

⁴⁾ Martel. L'Évaluation souterraine.

⁵⁾ Knebel. Höhlenkunde.

розійної діяльності водъ свідѣльствуютъ: 1) карровые желобки на стѣнкахъ пещеръ, 2) образованіе на потолкѣ и стѣнкахъ пещеръ небольшихъ ямочъ или углубленій, 3) скопленіе въ громадномъ количествѣ пещерной глины, какъ остатка отъ растворенія известняка, 4) большія массы туфа при выходѣ пещерныхъ потоковъ (напр. каскады Тиволи, туфовая пещера близъ деревни Кизиль-хоба) и т. д. О механической работѣ воды, въ свою очередь, свідѣльствуютъ: 1) эрозійные или эвразійные котлы, выдолбленные на днѣ водой при помощи гальки и песка тамъ, гдѣ паденіе было болѣе значительно, 2) образованіе куполовъ, указывающихъ на механическую діяльність воды подъ большимъ давленіемъ, 3) вакругленіе угловъ при развѣтвленіяхъ пещеры, 4) гладкія отполированныя поверхности стѣнонь, 5) отшлифованная галька ¹⁾.

Эрозійная діяльність зависитъ отъ паденія и массъ воды и, поэтому, особенно преобладаетъ въ пещерныхъ рѣкахъ, протекающихъ еще выше уровня грунтовыхъ водъ. Такъ напр., пещера Рѣки обнаруживаетъ слѣды сильной эрозійной діяльності водъ. Вообще въ области вертикальной циркуляціи эрозійная діяльність бываетъ болѣе интенсивна. Послѣ сильныхъ дождей или быстрого талія снѣговъ въ естественныя шахты на яйлахъ Крыма устремляются бурные потоки воды, способные проявить сильную эрозійную діяльність. Такъ, во время сильныхъ дождей въ началѣ лѣта 1914 г., такіе потоки были даже причиною гибели многихъ овецъ, унесенныхъ водою въ естественныя шахты. Въ узкихъ каналахъ, по которымъ протекають грунтовыя воды, повидимому, первенство имѣетъ коррозія, но у источниковъ, гдѣ концентрируются значительныя массы воды и ускоряется ея теченіе, эрозія усиливается. Дѣло въ томъ, что движеніе грунтовыхъ водъ, судя по имѣющимся точнымъ даннымъ, очень медленно (отъ 0,028—0,060—0,080, самое большее 0,096 м. въ секунду) ²⁾ и уступаетъ даже скорости болѣе медленныхъ рѣкъ на поверхности, хотя, съ другой стороны, и превосходитъ скорость движенія грунтовой воды въ пористыхъ рыхлыхъ породахъ ³⁾.

Благодаря совокупному дѣйствию эрозіи и коррозіи и происхо-

¹⁾ Martel. La spéléologie; Les Abîmes и т. д.

²⁾ Grund., *ibidem*, стр. 167.

³⁾ Slichter. Water Supply and Irrigation Papers, № 67.

дять преобразование трещинъ въ пещеры. Классификація пещеръ давалась неоднократно; наиболее известны классификаціи Мартеля¹⁾, Крауса²⁾, Кнебеля³⁾ и Грунда⁴⁾. Последніи двѣ въ основѣ сходны между собой, причемъ классификація Грунда наиболее проста и въ то же время наиболее наглядна. Поэтому мы и будемъ придерживаться этой послѣдней классификаціи. Грундъ, соотвѣтственно двумъ преобладающимъ типамъ подземной циркуляціи, различаетъ два основныхъ типа пещеръ: I) пещеры вертикальныя, распадающіяся въ свою очередь на двѣ категории, 1) эрозійныя шахты (avens) и 2) провальныя ямы, и II) пещеры горизонтальныя съ подраздѣленіемъ этихъ послѣднихъ на, 1) пещеры съ протекающими по нимъ грунтовыми потоками и 2) сухія пещеры. О вертикальныхъ пещерахъ была уже рѣчь при обзорѣ поверхностныхъ образованій карста, что же касается до гори-

¹⁾ Martel. Les Abîmes. Мартель различаетъ слѣдующіе типы:

1) Пещеры, куда впадаютъ воды, протекающія въ которое время на поверхности; въ Греціи ихъ называютъ kalyvathres, въ Арденнахъ—goules. Сюда относятся также поглощательныя отверстія на днѣ или въ берегахъ рѣкъ (пояры, пониквы).

2) Пещеры, изъ которыхъ, наоборотъ, вытекаютъ потоки воды, часто происходящіе изъ тѣхъ, которые были поглощены гулями.

3) Наконецъ, естественныя шахты—abîmes и gouffres—, проводящія до ждеуку воду къ подземнымъ потокамъ.

²⁾ Kraus (Höhlenkunde) различаетъ по происхожденію: 1) первоначальныя (исконныя) и 2) выработанныя впослѣдствіи естественныя и искусственныя пещеры. Первоначальныя, или конструктивныя пещеры, это: а) лавовыя пещеры и другія нумричныя пустоты въ вулканическихъ породахъ, б) горизонтальныя и вертикальныя пещеры въ калкическихъ породахъ, такъ называемыя Kippenbrunnen среди коралловыхъ рифовъ. Вторичныя или деструктивныя пещеры раздѣляются на: а) возникшія изъ трещинъ (вслѣдствіе складчатости, сброса, усыхавія горной породы), б) эрозійныя и коррозійныя пещеры, раздѣляющіяся, въ свою очередь, въ зависимости отъ того, идутъ ли онѣ вертикально, наклонно или горизонтально, на шахтообразныя, этажеобразныя и туннелеобразныя, а въ зависимости отъ того, имѣютъ ли онѣ ходу или цѣтъ, на водяныя (пещеры съ водою) и сухія, или гроты; в) пещеры, возникшія отъ перекрѣтій существующихъ трещинъ (Überdeckungshöhlen), d) пещеры нишеобразныя (Nischenhöhlen), выработанныя въ гротахъ или морскихъ пещерахъ. Очевидно, что весь въ данномъ случаѣ можетъ интересовать только группа в изъ второй категоріи. Что касается до противопоставленія группъ а и б, то она можетъ быть проведена только съ большою натяжкой.

³⁾ Knebel. Höhlenkunde, стр. 44 различаетъ: I) Sickerwasserhöhlen съ подраздѣленіемъ ихъ на, 1) Spaltenhöhlen, 2) Zerklüftungshöhlen и 3) Naturschächte и II) Flusswasserhöhlen, 3) Höhlenflussbetten и 2) ehemalige Höhlenflussbetten.

горизонтальных пещеръ, то выработка ихъ, по мнѣнію Грунда, происходитъ исключительно грунтовыми водами. Надо имѣть въ виду, что при всей наглядности этой классификаціи, она все-таки довольно схематична и, несомнѣнно, что между обоими типами пещеръ существуютъ переходы.

Въ жизни пещеръ мы можемъ различать двѣ стадіи: 1) стадію выработки пещеры и 2) стадію заполнения ея, главнымъ образомъ, натечными образованиями (т.-е. выдѣленія изъ раствора вновь углекислой извести)¹⁾. Впрочемъ заполненіе пещеръ можетъ происходить многообразными путями. Мартель указываетъ слѣдующіе процессы²⁾.

1) Постепенное разрушеніе и осыпаніе со стѣнокъ пещеры, обусловленное небольшими струйками воды, просачивающимися черезъ трещины.

2) Провалы и обрушиваніе большихъ толщ известняка со свода и со стѣнокъ пещеръ. Процессъ этотъ наблюдается какъ въ сухихъ пещерахъ, такъ и въ пещерахъ, въ которыхъ протекаютъ рѣки.

3) Процессомъ декальцификаціи (т.-е. химическаго разложенія известняка) въ результатъ которыхъ образуется пещерная глина, закупоривающая иногда узкіе проходы. Какъ ни велико количество глины, образующейся такимъ путемъ, тѣмъ не менѣе она составляетъ только незначительный процентъ растворенной горной породы. Образованіе пещерной глины происходитъ лишь въ сырыхъ пещерахъ или въ такихъ, въ которыхъ протекаетъ вода.

4) Заносъ продуктовъ поверхностнаго разрушенія (вывѣтриванія), аллювіальныхъ и алювіальныхъ продуктовъ, а также продуктовъ животнаго и растительнаго происхожденія черезъ дѣйствующія поглотительныя отверстія (естественныя шахты, поныры и даже „долины“).

5) Заполненіе тучюмъ выходовъ изъ пещеръ, изъ которыхъ вытекаютъ подземные потоки.

6) Заполненіе пещеръ сѣнгомъ и льдомъ.

7) Заполненіе натечными массами.

Изъ всѣхъ этихъ процессовъ наибольшее и универсальное значеніе

¹⁾ Knebel. Höhlenkunde, стр. 34—36.

²⁾ Martel. Du mode de remplissage des cavernes. Spelunca, t. VI, стр. 557.

имѣть только выдѣленіе натечныхъ образованій, происходящее при условіи испаренія воды или уменьшенія давленія. При этомъ процессъ бинарбоната кальція распадается на монокарбонатъ, пары воды и углекислый газъ по формулѣ $H_2Ca(CO_3)_2 = CaCO_3 + H_2O + CO_2$. Отсюда понятно, что образованіе сталагмитовъ и сталактитовъ не происходитъ или происходитъ только въ минимальныхъ размѣрахъ въ тѣхъ пещерахъ, въ которыхъ протекаютъ рѣки и водухъ которыхъ насыщенъ парами. Кромѣ того, протекающія въ узкихъ ходахъ воды, могутъ механически смывать молодые и нѣжные натечныя образованія.

Многочисленныя наблюденія показали, что увеличеніе натечныхъ массъ, или ростъ сталактитовъ и сталагмитовъ происходитъ съ весьма различною быстротою (въ разныхъ пещерахъ, или въ одной и той же пещерѣ у разныхъ сталактитовъ, или въ разное время на одномъ и томъ же сталактитѣ), такъ что эти наблюденія ни въ какомъ случаѣ не могутъ быть основой для установленія хронологическихъ датъ въ палеонтологическихъ и доисторическихъ насненіяхъ.

Прежде всего, быстрота роста зависитъ отъ количества просачивающейся воды, которое, въ зависимости отъ метеорологическихъ условій, въ разное время бываетъ весьма различно; она зависитъ отъ содержанія въ водѣ CO_2 , т.-е. отъ характера поверхности (покрыта ли она растительностью или представляеть голый известнякъ), отъ толщи известняка, черезъ которую просачивается вода, отъ состава горныхъ породъ, соприкасающихся съ известняками. Нѣкоторыя трещины могутъ утратить проводимость, такъ какъ отъ сами съ теченіемъ времени окажутся совершенно наполненными известковыми натечными массами, а съ другой стороны, вслѣдствіе землетрясеній или проваловъ, сопровождаемыхъ сотрясеніемъ массъ горной породы, могутъ открыться старыя или возникнуть новыя трещины. Наконецъ, испареніе въ разныхъ пещерахъ или въ одной и той же пещерѣ въ разное время можетъ быть весьма различно и т. д. Въ виду этого неудивительно, что цифры, характеризующія быстроту прироста сталактитовъ или сталагмитовъ весьма различны. Такъ, въ пещерѣ Ingelbough, въ Англіи годовой приростъ сталагмита былъ определенъ въ 7,46 мм., приростъ сталактитовъ въ гротахъ Моравія въ теченіе 10 лѣтъ 7,66 мм. и 6,53 мм., въ пещерѣ Смутъ —

3 мм. въ 2 года, въ пещерѣ Даржилянъ (Лозеръ) Мартель не замѣтилъ никакого прироста сталактитовъ въ теченіе 2 лѣтъ. Для образованія сталактита „Астрономической башни“ высотой въ 20 м. въ Ателекъ потребовалось, судя по вычисленіямъ, отъ 1100 до 40.000 лѣтъ, тогда какъ образованіе большого сталагмита въ 30 м. высоты въ авен Армадъ (Лозеръ) потребовало по вычисленіямъ не менѣе 150.000—300.000 лѣтъ¹⁾.

Въ противоположность медленному росту натековъ въ указанныхъ случаяхъ, наблюдался часто быстрый ростъ сталактитовъ въ искусственныхъ сооруженіяхъ, напр., въ тунеляхъ, подъ желѣзнодорожными мостами (нѣсколько сантиметровъ въ теченіе немногихъ лѣтъ).

Известияловыя конкреціи въ пещерахъ имѣютъ весьма разнообразную форму и размѣры и привлекаютъ особенное вниманіе туристовъ. Нѣкоторыя пещеры Австрійскаго карста, какъ Адельсбергская, Отоская въ Крайцѣ, пещера Рудольфа близъ Триеста, многія пещеры Франціи, Бельгіи и Соединенныхъ Штатовъ пользуются заслуженной извѣстностью за свои натечныя образованія. Основныя формы этихъ образованій — это сосульки и нанделябры (часто громадныхъ размѣровъ), свѣшивающіеся съ потолка пещеры — такъ называемые *сталактиты*, колонны и столбы, поднимающіеся со дна — *сталагмиты*, различнаго рода *ребра*, *дритировки* и *заначки* на стѣнахъ, *известковыя террасы*, представляющія какъ бы лѣстницу, состоящую изъ углубленныхъ ступеней съ поднятыми краями.

Особого вниманія заслуживаютъ такъ называемыя „*Nöhlen-Perlen*“ — конкреціи сферической формы отъ 5 до 15 мм. въ діаметрѣ. Онѣ состоятъ изъ концентрическихъ слоевъ известка съ зернышками кварца или оолита внутри и образуются тамъ, гдѣ падающими съ высоты водами приводится въ вращательное движеніе какое-либо зерно горной породы, вокругъ котораго и отлагаются известковыя оболочки. Наилучшіе образцы такихъ „*Nöhlen-Perlen*“ я видѣлъ въ Естественнo-Историческомъ Музее въ Вѣнѣ.

Часто наблюдается также образованіе известковаго тѣста, т. е. *отложений* настолько пропитанныхъ водой, что они не затвердѣваютъ вполне (нѣмцы называютъ это образованіе *Mondmilch*). Обы-

¹⁾ E. Martel. Inaptitude des stalagmites à servir d'élément chronologique pour la préhistoire dans les cavernes. Spelunca VI, стр. 573.

ковенно оно покрывает своды и стѣнки пещеръ, въ которыхъ вода выступаетъ изъ многочисленныхъ узкихъ трещинъ, такъ что весь потолокъ мокрый, и испареніе сравнительно невелико.

Выдѣленіе извести изъ раствора происходитъ въ видѣ трехъ минералогическихъ разновидностей: чаще въ видѣ кальцита и арагонита, рѣже въ видѣ кинтента, имѣющаго фіолетовый отбѣнокъ. Окраска конкрецій весьма разнообразна, чаще всего они матово-бѣлаго цвѣта и покрыты съ поверхности аморфной известью, но встрѣчаются прозрачныя какъ ледъ, иногда бываютъ окрашены въ желтоватый или коричневатый цвѣтъ. Окраска зависитъ отъ примѣсей солей въ растворѣ (чаще всего окиси желѣза), а также механическихъ примѣсей. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ сталактиты и сталагмиты состоятъ изъ слоевъ различно окрашенныхъ (желтыхъ, коричневыхъ и бѣлыхъ), а занавѣски (напр., знаменитыя занавѣски въ Адельсбергскомъ гротѣ) состоятъ изъ полосъ различной окраски.

Чрезвычайно оригинальный видъ представляютъ нѣжныя прозрачныя сталактиты, напоминающіе собой мочки корней или стебли растений, цвѣты въ видѣ колокольчиковъ, своеобразныя подвѣски или отложенія инея, причемъ эти известковые конкреціи имѣютъ всевозможныя направленія; то свѣшиваются вертикально внизъ, то вытягиваются въ горизонтальномъ направленіи, то направлены даже подъ угломъ вверхъ. Такого рода образованіе мнѣ удалось видѣть въ Рудольфовомъ гротѣ близъ Триеста, причемъ потолокъ пещеры, покрытый какъ бы блестящимъ инеемъ, представлялъ при освѣщеніи магнѣмъ поразительное зрѣлище. Особенно славятся такого рода образованіями пещеры Бельгии (Grotte de Tiff, grotte la Bosce). Фотографія, помѣщенная во II-мъ томѣ сочиненія „Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique“ ¹⁾, даютъ нѣкоторое, хотя и слабое, представленіе о причудливомъ видѣ этихъ образованій. Такого рода сталактиты имѣются также въ гротахъ острова Майорки, въ особенности въ гротѣ Els Nans ²⁾. Надо имѣть въ виду, что вслѣдствіе хрупкости и нѣжности этихъ подвѣсковъ ихъ очень трудно добыть въ полной сохранности

¹⁾ Par Van den Broeck, E. A. Martel, Ed Rahir. См. стр. 1561—1582 и находящіяся тамъ таблицы и фотографія.

²⁾ Les cavernes de Catalogne et des îles Baléares. Spelunca T. VIII, № 67. 1912 г.

М. Пренц (Prinz)¹⁾, посвятивший особую работу кристаллическому процессу в пещерах, различает среди этих подвѣсовых во первых, „*ergots*“—кристаллическіе отростки, отходящіе в сторону от сталактитовой трубочки и „*stobets*“—такія образованія, которыя отдѣляются непосредственно от стѣнъ пещеры. Научный интерес этихъ образованій заключается въ томъ, что они проливаютъ свѣтъ на законы кристаллизаціи. Мы видимъ, что при образованіи этихъ подвѣсовыхъ силы кристаллизаціи какъ бы торжествуютъ надъ силами тяжести и обычнымъ способомъ образованія сталактитовъ.

Начальная стадія образованія сталактитовъ заключается въ слѣдующемъ. Черезъ небольшую трещину въ сводахъ пещеры просачивается капля воды, которая виситъ нѣкоторое время на потолкѣ или на концѣ уже образовавшагося сталактита, пока въсь ея вслѣдствіе притона воды не увеличится настолько, что преодолѣтъ сцепленіе, и капля упадетъ на дно пещеры, гдѣ она дастъ начало сталактиту. Во время своего подвѣшеннаго состоянія капля теряетъ вслѣдствіе испаренія извѣстное количество воды и углекислаго газа. Въ результатъ происходитъ выдѣленіе углекислой извести. Каждая капля содержитъ въ себѣ извѣстное количество кальцита, который, кристаллизуясь, увеличиваетъ вертикальные размѣры сталактита. Сталактитъ растетъ въ видѣ узкой хрупкой трубочки²⁾ съ каналомъ посрединѣ, и этотъ ростъ безпрепятственно продолжается до тѣхъ поръ, пока трубочка остается полой, но коль скоро въ концѣ трубочки или въ какомъ-либо иномъ мѣстѣ каналъ закупорится отложеніемъ кристаллической извести, трубка перестаетъ расти внизъ; она прорывается черезъ капиллярную трещину (въ мѣстѣ соединенія двухъ кристалловъ) и вода начинаетъ выходить сбоку, образуя первоначально небольшой буторокъ, или припухлость.

Иногда, въ такихъ случаяхъ, сталактитъ, вмѣсто того чтобы

¹⁾ W. Prinz. Les cristallisations des grottes de Belgique. Nouveaux mémoires de la Société belge de Géologie, Paléont. et d'Hydrograph. Bruxelles. 1908.

²⁾ Диаметръ трубочки строго соответствуетъ размѣрамъ капли воды и обыкновенно немного превышаетъ 5 мм., толщина стѣнокъ составляетъ всего нѣсколько долей мм., иногда менѣе $\frac{1}{14}$. При всемъ томъ, длина трубочки можетъ быть довольно велика: 1 м., 1,5 м., а иногда даже до 3 м. Эти трубочки, по Пренцу, можно рассматривать какъ соединеніе нѣсколькихъ ромбоэдрическихъ кристалловъ.

расти въ вертикальномъ направленіи, начинать развиваться въ горизонтальномъ направленіи, благодаря тому, что процессъ кристаллизаціи беретъ какъ бы перевѣсъ надъ силою тяжести. Въ результатъ получается одна изъ описанныхъ выше формъ боковыхъ подвѣсковъ.

Впервые такія своеобразныя вонкреціи были указаны въ 1878 г. Collet въ пещерѣ Wyandotte въ Индіанѣ. Докторъ Брезина объяснялъ



Рис. 71. Экцентричные сталактиты изъ пещеры Tñif.

образованіе ихъ тягой воздуха, отклоняющей испаряющіяся капли воды то въ одну, то въ другую сторону. Однако, образованіе ихъ было констатировано въ мѣстахъ, совершенно лишенныхъ тяги воздуха. Полнѣйшее спокойствіе воздуха, повидимому, является, наоборотъ, необходимымъ условіемъ для этого. Van den Broeck въ 1906 г. объяснилъ это явленіе преобладаніемъ кристаллизационной силы надъ силою тяжести. В. Пренцъ (W. Prinz) въ 1907 г.

причину образования таких конкрецій видѣль, между прочимъ, въ содержаніи въ извести известнаго количества студенистаго кремнія. Однако, химическіе анализы такихъ сталактитовъ не обнаружили въ нихъ большаго содержанія кремнія, чѣмъ въ обыкновенныхъ сталактитахъ.

И въ боковыхъ подвѣскахъ находится также питательный каналъ, черезъ который просачивается кристаллизационный растворъ. Тамъ дѣло обстоитъ, если по наружной поверхности сталактита не стекаетъ вода со сводовъ пещеры; въ послѣднемъ же случаѣ сталактитъ начинаетъ одѣваться концентрическими оболочками и превращается въ обычную форму. Если разбить такой сталактитъ, то внутри его уже по большей части отсутствуетъ каналъ, такъ какъ онъ заполненъ кристаллизационной массой.

Что касается сталагмитовъ, то они отличаются отъ сталактитовъ своею сплюснутостью и не имѣютъ внутри канала, кромѣ того верхніе концы ихъ не остры, а въ серединѣ, куда падаетъ вода, имѣютъ обыкновенно углубленіе. Если при паденіи значительныхъ массъ воды, эта послѣдняя разливается на широкое пространство, то въ результатъ получается какъ бы рядъ известковыхъ лепешекъ, наложенныхъ другъ на друга.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ сталагмиты на своей верхней поверхности представляютъ какъ бы кочанъ цвѣтной капусты. Скорѣй всего такого рода образованія происходятъ вслѣдствіе паденія, приблизительно въ одномъ мѣстѣ, дѣлаго ряда небольшихъ капель; насчетъ части воды каждой капли и образуется отдѣльный бугорокъ, тогда какъ остальная вода идетъ на образованіе тупоугольнаго сталактита. Впрочемъ, можетъ быть здѣсь играетъ роль разбрызгиваніе воды, вслѣдствіе значительной высоты паденія капли.

Мы видѣли выше, что для растворенія значительнаго количества извести необходимо присутствіе CO_2 въ водѣ. Обыкновенно предполагается, что атмосферная вода обогащается CO_2 , просачиваясь черезъ почву, покрытую растительностью, причемъ CO_2 получается какъ благодаря дыханію растений, такъ, главнымъ образомъ, вслѣдствіе ихъ разложенія.

M. G. Cosyn ¹⁾, написавшій весьма интересную работу, посвящен-

¹⁾ M. G. Cosyn. Essai d'interprétation chimique de l'altération des schistes et des calcaires. Bull. Societ. belge de Géol. de Paléont. et d'Hydrologie, t. XXI, 1907 г.

ную этому вопросу, находить, что этот источник не так велик, как принято думать. Против такого объяснения говорит уже тот факт, что воды в областях Австрийского нарета, плоскогорий Косель, в известковых Альпах, т. е. в местностях наименее и почти лишенных растительности, более богаты CO_2 , чем воды в местностях, покрытых богатой растительностью, как напр., Бельгия. По мнению М. Cosyn CO_2 образуется: 1) путем сложных химических реакций при окислении углеродистых веществ в присутствии солей железа, 2) путем разложения самого известняка при воздействии на него растворенных в воде солей. При этом воды, прежде чем попасть в известняк, циркулировали в других горных породах, подверженных химическому разложению. Особенно присутствие сланцев, содержащих углерод, способствует насыщению воды CO_2 . Действительно, наиболее резкие следы коррозионной деятельности (вспомним, напр., котловину Бештеке) наблюдаются при контакте сланцев с известняком.

Важнейшую роль в сложном ходе реакций играет железо. Свободный колчедан, содержащийся в сланцах, под влиянием воды и атмосферного кислорода окисляется в ферриокислородное железо и ферриокислоту¹⁾. Ферриокислородное железо, будучи сильным окислителем, сжигает углеродистые соединения сланцев с выделением углекислого газа, который при наличии воды растворять углекислую известь, превращая ее в бикарбонат извести.

Выводы:

- 1) При образовании пещер играют роль как эрозийные, так и коррозионные процессы.
- 2) Наиболее рациональная классификация пещер состоит в подразделении их на вертикальные и горизонтальные.
- 3) В жизни пещер можно различить две стадии: а) стадию выработки и б) стадию заполнения.
- 4) Это последнее происходит преимущественно путем образования известковых конкреций.
- 5) Конкреции эксцентричного вида, повидному, обязаны своим происхождением преобладанию кристаллизующей силы над силой тяжести.

¹⁾ См. также Н. М. Сибирцев, Почвоведение, 1914 г. стр. 93.

XI.

Пещеры Крыма.

Ниже мною приводятся описаніе и планы нѣкоторыхъ крымскихъ пещеръ. Планы нѣсколькихъ пещеръ, какъ-то Бибашъ-хобы и Суукъ-хобы и Кизиль-хобы мною заимствованы (планы первыхъ двухъ изъ статьи доктора Дмитріева ¹⁾, причемъ внесены лишь нѣкоторые измѣненія на основаніи собственныхъ наблюденій; планы пещеръ Кизиль-хобы у—г. Петрова ²⁾).

Изъ всѣхъ имѣющихся въ моемъ распоряженіи плановъ и разрѣзовъ пещеръ только эти послѣдніе два отличаются сравнительно болѣею точностью. Съ самаго начала, я долженъ оговориться, что всѣ пещеры въ Крыму, за исключеніемъ развѣ двухъ только что упомянутыхъ, изслѣдованы весьма поверхностно, и поэтому какъ планы, такъ и описанія не могутъ претендовать на большую точность. Мнѣ лично, во время поѣздокъ въ Крымъ для изслѣдованія баретовыхъ явленій, мѣшали подробному изученію пещеръ и съемкѣ ихъ плановъ недостаточность снаряженія, малочисленность участниковъ поѣздки (не считая проводниковъ не болѣе 2, а нѣкоторыя пещеры посѣщать я одинъ), въ большинствѣ случаевъ необходимость покидать пещеру, для того чтобы всаать носчегъ, часто довольно далеко отъ ея мѣстонахожденія.

Надо имѣть еще въ виду, что подступъ къ нѣкоторымъ пещерамъ, какъ, напр., Тузской на Караби-яйлѣ, чрезвычайно труденъ и даже сопряженъ съ опасностью, а поэтому доставка туда инструментовъ сколько-нибудь значительнаго вѣса почти невозможна; другія пещеры представляютъ такіа большія неудобства для передвиженія вслѣдствіе неровности подошвы, многочисленныхъ подъемовъ и спусковъ и суженныхъ галлерей, по которымъ можно передвигаться только ползкомъ, что о съемкѣ ихъ бусолью не могло быть и рѣчи (напр., Скельская пещера).

Большая часть пещеръ была снята глазомерно (компасомъ), разстоянія опредѣлялись при помощи развѣренной веревки или шагами. Отъ съемки Скельской пещеры пришлось вообще отказаться.

¹⁾ Записки Крымскаго Горнаго Клуба, выпускъ 3, 1893 г.

²⁾ Петровъ. Землеустройство 1911 г.

а) Пещеры Чатырдага.

На Чатырь-Дагъ издавна известны двѣ пещеры *Бинъ-башъ-хоба* или Тысячеголовая (названная такъ за найденные здѣсь черепа) и *Суукъ-хоба* или Холодная. Расположены эти пещеры близъ домика, сооруженнаго на Чатырь-Дагъ Крым. Горнымъ Клубомъ, въ $1\frac{1}{2}$ верстахъ отъ сѣв. склона Чатырдагской яйлы. Входъ въ пещеру Бинъ-башъ-хоба находится на двѣ довольно большой воронки, длинная ось которой около 150 саж. ¹⁾ Входъ этотъ представляетъ небольшое отверстіе въ ширину около 1 аршина. Сейчасъ же за входомъ пещера понижается, такъ что можно идти только согнувшись, причемъ высота пещеры не болѣе 2 аршинъ. Направленіе



Рис. 72. Мѣстоположеніе пещеръ Бинъ-башъ и Суукъ-хоба по В. Дмитріеву.

этого узкаго коридора въ общемъ на ЮЗ, но въ подробностяхъ оно дѣлаетъ нѣсколько изгибовъ то въ одну, то въ другую сторону. На протяженіи первыхъ 7—8 саж. высота меньше 3 аршинъ, такъ что приходится идти согнувшись, затѣмъ потолокъ повышается до высоты 4, 5 и 6 аршинъ, а ширина увеличивается, достигая мѣстами 1 саж. Въ 25 саж. отъ входа, коридоръ приводить въ небольшой залъ сажени 2—3 въ ширину и сажени 5 въ длину, высота этого зала болѣе 2 саж. По выходѣ изъ этого зала коридоръ поворачиваетъ на WN, суживается до 2 саж. и понижается до 4—5 арш. Сдѣлавъ нѣсколько изгибовъ направо и налево, на 35-ой сажени отъ входа, коридоръ начинаетъ постепенно расширяться, потолокъ дѣлается выше и выше, полъ также

¹⁾ Въ описаніи пещеръ Бинъ-башъ-хоба и Суукъ-хоба я слѣдую г. Дмитріеву.

подымается и мы вступаем, как по лестницѣ, въ обширный залъ, представляющій наиболѣе интересную часть пещеры. Размеры залы по длинной оси до 14 саж. (измѣрено по наклонному полу, такъ что въ планѣ залъ оказывается значительно меньше), высота 15 саж., если не больше. Почти въ серединѣ съ пола высятся широкій, въ 4—5 аршинъ въ діаметрѣ, массивный сталагмитъ или, можетъ быть, остатокъ материковой скалы, причудливо со

всѣхъ сторонъ облитый известковыми натеками—это такъ называемый „алтарь“. У подошвы его расположенъ сталагмитъ меньшаго размѣра. Срединный сталагмитъ служитъ какъ бы центромъ, вокругъ котораго, какъ по винтовой лестницѣ, поднимаясь вверхъ, можно пройти еще саженей 15. Прохоть идти еще дальше, но обыкновенно здѣсь заканчиваютъ осмотръ пещеры и только эта часть нанесена на планъ.

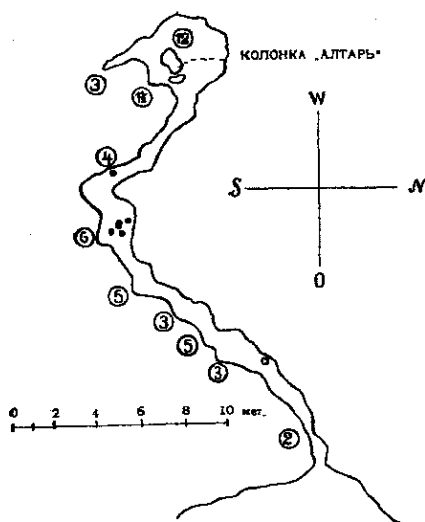


Рис. 73. Планъ пещеры Быль-банъ-хоба по В. Дмитриеву (въ кружкахъ высота пещеры въ аршинахъ).

на стѣнкахъ другой меньшихъ размѣровъ воронки, отдѣленной отъ первой небольшою перешейкомъ, и представляетъ собою арку, прикрытую зеленою деревьею и кустарникомъ. Входъ ведетъ сейчасъ же въ очень широкій и длинный залъ-корридоръ, имѣющій направленіе съ S на N (какъ и преобладающее направленіе всей пещеры). Длина по прямому направленію 20 саж., затѣмъ корридоръ поворачиваетъ на западъ, оставаясь еще на протяженіи 10 саж. приблизительно той же высоты (15 арш.).

Входъ въ пещеру *Суукъ-хоба* находится

Полз от самого входа идет круто вниз, начинаясь глубокой ямой (результатом бывших раскопок). При повороте коридора на NW вправо находится небольшая трещина, по которой можно проникнуть к обильному очень холодному источнику чистой воды (5° Ц.). За поворотом пещера понижается до 10 аршин, а далее заглубляется в 40 саж. от входа на N и здесь понижается сначала до 5—6 арш., а далее до 2 и 2 1/3 арш.

Коридор становится также уже и дѣлается нѣсколько изгибовъ. На этомъ протяжении можно видѣть кое-какіе сталактиты и сталагмиты, уцѣлѣвшіе отъ парварскаго опустошенія пещеры, которое здѣсь производилось до того времени, когда пещеры попали подъ охрану Крымскаго Горнаго Клуба.

Саженьяхъ въ 60 отъ входа, коридоръ суживается настолько, что приходится уже согнуться немного, чтобы пройти подъ наклонной аркой, а ватѣтъ этотъ пещерный

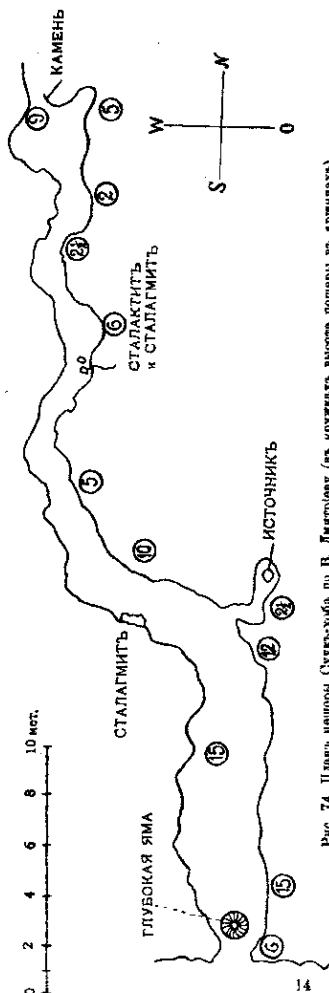


Рис. 74. Планъ пещеры Суукъ-Жуба по В. Диктріену (въ кружкахъ высота поперы въ аршинахъ).

ходъ пещеры ованчивается сравнительно небольшою — сажень 5 въ диаметрѣ — круглою залой.

Кромѣ указаннаго главнаго хода, имѣются еще галлерей, расположенныя въ нѣсколько этажей (ихъ насчитываютъ четыре), но онѣ менѣе удобны для передвиженія и еще недостаточно изслѣдованы, чтобы ихъ нанести на планъ.

Изъ пещеръ Чатырдага наибольшій интересъ представляетъ пещера известная *подъ № 3*. Она расположена верстахъ въ 8 къ югу отъ домика Горнаго Клуба, близъ края средняго плато Чатырдага. Эта пещера представляетъ въ верхней своей части глубокую эрозіонную шахту, спускъ въ которую невозможно безъ лѣстницъ. Крымскій Горный Клубъ, вскоре послѣ открытія этой пещеры, оборудовалъ ее лѣстницами. Однако, во время моего посѣщенія пещеры въ томъ 1908 г. лѣстницы вслѣдствіе сырости пришли въ ветхость, такъ что въ пещеру входъ туристамъ былъ воспрещенъ. Благодаря однако командировочному листу отъ Общества Любителей Естествознанія мнѣ удалось осмотрѣть эту пещеру. Спускъ ¹⁾ въ пещеру совершается по 18 саж. лѣстницъ, неоднократно прерывающейся площадками при поворотахъ. Сажени 2—3 на юго-востокъ отъ послѣдней лѣстницы начинается спускъ по камнямъ въ залъ, изъ котораго въ юго-восточномъ же направленіи ведетъ некрутой подъемъ, на протяженіи саж. 3, въ другой залъ. Высота перваго зала до 6 сажень въ юго-восточной половинѣ; входъ во второй залъ черезъ арку, образованную соединеніемъ сталактитовъ съ сталагмитами въ колонны. Верхъ арки и стѣны украшены натеchnыми образованіями причудливой формы, образующими какъ бы драпри. Во второй залъ вышиной до 5 саж. замѣчаются бѣлые мраморо-индые сталактиты и столбообразные сталагмиты. Въ разстояніи 3 саж. далѣе вторая арка, болѣе высокая и богаче украшенная натеchnыми образованіями. Слѣдующій залъ вышиной до 4 саж., шириною до 3 саж., длиною 3—4 саж. Почти въ серединѣ его, нѣсколько вправо возвышается большой конусообразный сталагмитъ, за нимъ — стройная тонкая колонна, вышиною до 4 саж. Потолокъ зала украшенъ и здѣсь сталактитами, а полъ — сталагмитами, соединеніемъ своихъ образующими иногда причудливыя формы,

¹⁾ См. статью Зайцева въ Записк. Крымско-Кавказ. Горн. Клуба 1906 г. № 9, 10, 11 и 12, стр. 81.

какъ, напр., сталактитъ, наблюдаемый нѣтъ, съ выступомъ на стѣнѣ образовалъ колѣно, идущее сначала горизонтально, а затѣмъ какъ бы упавшее внизъ и соединившееся съ сталагмитомъ; получилось подобіе печной трубы.

Изъ описаннаго зала близъ входа въ него, вправо небольшая пещера вышины до 3 саж., шириной вначалѣ до 3 саж., затѣмъ всего 1 саж., длиной до 5 саж., (направленіе на юго-востокъ). Изъ четвертаго зала черезъ сводообразный входъ попадаешь въ помѣщеніе длиной всего въ $1\frac{1}{2}$ саж., шириной внизу 2 арш., вышиной 2—3 саж. При входѣ въ комнату, направо замѣчается подъемъ во второй этажъ, за которымъ слѣдуетъ, можетъ быть, третій. Впрочемъ, утверждать этого нельзя, такъ какъ пещера далѣе не изслѣдована. Изъ этой пещеры можно спуститься на обратномъ пути къ лѣстницѣ въ самый большой залъ ¹⁾, длина котораго, по моимъ измѣреніямъ, около 20 саж., ширина 16 саж., высота, по даннымъ доктора Трофимова, не менѣе 20—25 саж. По моимъ впечатлѣніямъ высота пещеры, во всякомъ случаѣ, не превосходитъ 20 саж. Вообще высота пещеръ по большей части опредѣляется на взглядъ, и поэтому опредѣленія высоты представляють минимальную точность. Эти залы украшены весьма разнообразной формы сталактитами. Въ одномъ мѣстѣ сталактитъ соединился съ сталагмитомъ въ грандіозную колонну, напоминающую собой какъ бы вазы, поставленные одна на другую и съ краевъ покрытыя натеками. Немного тѣже за упомянутую колонну находится углубленіе съ чистой холодной водой. При постукиваніи слышенъ гулъ, указывающій на нахожденіе ниже другой пустоты.

Полъ въ пещерѣ всюду сухой.

Какъ по своимъ размѣрамъ, такъ и по массѣ хорошо сохранившихся сталагмитовъ и сталактитовъ эта пещера на Чатырдагѣ занимаетъ первое мѣсто; надо однако сказать, что она далеко не достаточно обследована и, насколько намъ извѣстно, до сихъ поръ не снято ни плана, ни профиля ея.

Пещера № 4 находится саженьхъ въ 150 къ югу отъ дома на Горнаго Клуба и сажень 40 на юго-западъ отъ пещеры Бинъ-банъ-хоба ²⁾.

¹⁾ Спускъ не крутой, длиной до 10 саж., ширина при входѣ 4—5 саж., высота до 2 саж.

²⁾ Записки Крымскаго Горнаго Клуба 1906 г. № 9, 10, 11 и 12, стр. 31.

Входъ ея представляеть вертикальную яму глубиною до 8 саж., съ диаметромъ отверстія на днѣ до 20 саж. Отсюда—входы: на югъ и западъ въ залы площадью до 10 кв. аршинъ, вышиною до 6 саж. Изъ нижней залы подъемъ вышиною до 5 арш. ведетъ въ залу второго этажа площадью до 8 кв. арш.

Далѣе—стѣна известняка и спускъ обратно въ нижнюю залу. Отсюда на западъ тянется коридоръ, длиною до 20 арш., шир. до 2 саж., а затѣмъ подъемъ на западъ въ дѣѣ залы второго этажа, каждая площадью 5—6 кв. саж. Въ послѣдней изъ нихъ находится источникъ прозрачной, пріятной на вкусъ холодной воды. Въ пещерѣ имѣются сталактиты и сталагмиты (образующіе мѣстами колонны), желтоватаго цвѣта, съ прекрасно выраженнымъ, лучисто-жилковатымъ и одновременно скрупуловатымъ строеніемъ и каналомъ внутри. Кромѣ этихъ пещеръ, мною на Чатырдагѣ были осмотрѣны еще двѣ: одна представляетъ въ сущности вертикальную естественную шахту съ боковымъ ходомъ и была вся заполнена сѣвомъ (23 іюля 1908 г.).

Другая, которой проводникъ мой далъ названіе *Гуцерь-джинъ-хоба*, т.-е. Голубиная пещера, находится къ сѣверу отъ домика Горнаго Клуба въ разстояніи отъ него болѣе версты. Она представляетъ вертикальную шахту въ 15 мет. глубины. На днѣ шахты довольно значительнаго діаметра (метр. 30) находится конусъ обломковъ, свидѣтельствующихъ объ образованіи этой ямы путемъ провала потолка пещеры. Далѣе въ глубь пещеры слѣдуютъ довольно обширный вестибюль, поддерживаемый посерединѣ выступомъ свалы (быть можетъ и громадной натечной колонной). Налѣво отъ входа дно пещеры понижается и ведетъ къ узкой ямѣ или шахтѣ, тогда какъ вправо послѣ небольшого спуска слѣдуетъ подъемъ и довольно длинный коридоръ, а затѣмъ зала. Какъ коридоръ, такъ и зала украшены многочисленными сталактитами и сталагмитами. Эта зала, повидимому, ведетъ узкимъ коридоромъ вверхъ къ камерамъ, расположеннымъ въ верхнемъ этажѣ, по дальнѣе я пещеру не изслѣдовалъ.

Такихъ образцовъ, на Чатырь-Дагѣ извѣстно 5 пещеръ; нѣтъ сомнѣнія, что на самомъ дѣлѣ ихъ больше, такъ что крѣпкій съ поверхностнаго взгляда известнякъ Чатырдага пронизанъ цѣлою массою трубъ и подземныхъ галлерей, служащихъ для дренажа его водъ. Большая часть этихъ подземныхъ ходовъ, вслѣдствіе

незначительныхъ размѣровъ совершенно не отмѣчаются и ускользаютъ отъ вниманія. Пещеры представляютъ комбинацію вертикальныхъ и горизонтальныхъ ходовъ (въ послѣднихъ въ прежнее время, когда уровень грунтовыхъ водъ стоялъ выше, двигались эти послѣдніе по направленію къ источникамъ.)

Пониженіе грунтовыхъ водъ происходило нѣсколько разъ, на что указываетъ расположеніе горизонтальныхъ пещеръ въ нѣсколькихъ этажахъ. Впрочемъ указанія на этотъ счетъ особаго значенія придавать не слѣдуетъ, такъ какъ изслѣдователи пещеръ не дѣлали различія между горизонтальной и вертикальной циркуляціей и соответственными ходами. Во всякомъ случаѣ, въ настоящее время, при обычныхъ условіяхъ глѣтомъ всѣ пещеры принадлежатъ къ области вертикальной циркуляціи и потому сухи. Но весной во время таянія снѣга и послѣ обильныхъ осадковъ низшіе ходы, повидному, затопляются (смотри выше стр. 145).

Кромѣ того, въ нѣкоторыхъ пещерахъ Суукъ-хоба и № 4 измѣются источники воды; судя по тому, что эта вода очень чиста, не издаетъ и имѣетъ крайне низкую температуру, надо полагать, что здѣсь мы имѣемъ дѣло съ обособленнымъ кодотокномъ, получающимъ питаніе насчетъ талого снѣга естественныхъ шахтъ. Въ виду паденія горныхъ породъ на сѣверъ, главный токъ грунтовыхъ водъ направленъ въ эту же сторону, чѣмъ и объясняется обиліе воды Аянскаго источника.

Между отдельными пещерами несомнѣнно существуютъ подземныя соединенія, вѣроятно, при посредствѣ узкихъ и безъ искусственныхъ работъ недоступныхъ для человѣка ходовъ. Вообще отсутствіе грандіозныхъ пещеръ, которыя бы мы могли сравнить съ пещерами Австрійскаго карста, объясняется двумя обстоятельствами: 1) изолированностью массива Чатырдага и отсутствіемъ стока изъ области непроницаемыхъ горныхъ породъ, а слѣдовательно, и отсутствіемъ рѣкъ, которыя могли бы выработать болѣе вѣстительныя полости, 2) тѣмъ, что выпадающіе атмосферные осадки не могутъ при современныхъ условіяхъ концентрироваться въ сколько-нибудь значительные потоки, а небольшими порціями поглощаются черезъ вертикальныя трещины. Развѣ только весной, при быстромъ таяніи снѣговъ, можно допустить такую концентрацію водъ. Далѣе, грунтовая вода въ настоящее время залегаютъ въ конгломератахъ, такъ что расширеніе и вы-

работы пещеръ въ значительной мѣрѣ должны были приостановиться съ того момента, какъ произошло послѣднее пониженіе уровня грунтовыхъ водъ. Пещеры, въ обычное время находящіяся выше уровня грунтовыхъ водъ, сдѣлались ареною другихъ процессовъ, именно выдѣленія известняковыхъ конкрецій и заполненія ими. Если въ настоящее время мы не находимъ въ большей части пещеръ этихъ украшеній, то это зависитъ отъ варварскаго хозяйничанья здѣсь человека, успѣвшаго еще раньше, чѣмъ спохватились, уничтожить ихъ сказочный волшебный уборъ.

б) Скельская пещера.

Изъ пещеръ, расположенныхъ въ западной части Яйлы, самая обширная—*Скельская*, открытая въ 1904 году школьнымъ учителемъ деревни Скеля Ф. А. Кврилловымъ ⁹⁾.

Пещера расположена въ разстояніи около 1 вер. отъ деревни Скеля и приблизительно въ такомъ же отъ (постоянныхъ) истоковъ Черной рѣчки. Дорога къ пещерѣ идетъ отъ истоковъ Черной по сухому руслу послѣдней, расположенному въ узкомъ ущельѣ. Затѣмъ дорога свертываетъ въ замкнутую горами котловину-полянку, откуда уже всего нѣсколько десятковъ шаговъ до входа въ пещеру. Указанная котловина имѣетъ два выхода, одинъ къ руслу рѣки, а другой къ пещерѣ. По всей вѣроятности весной, когда происходитъ поверхностное теченіе воды въ руслѣ рѣки, эта котловина затопляется какъ водами рѣки, такъ и талыми водами съ окружающихъ высотъ, причемъ избытокъ водъ направляется къ пещерѣ, которая такимъ образомъ играетъ тогда роль понора, поглощающаго воду. Входъ въ пещеру имѣетъ видъ круглаго отверстія диаметромъ около 2 метр. Отъ самаго отверстия идетъ крутой, но недлинный спускъ внизъ. Затѣмъ этотъ спускъ приводитъ въ коридоръ, очень узкій и настолько низкій, что приходится передвигаться мѣстами ползкомъ. Общее направленіе коридора вверхъ, но подъемы и спуски постоянно чередуются.

Полъ пещеръ состоитъ изъ нагроможденныхъ въ самомъ хаотическомъ безпорядкѣ громадныхъ глыбъ, которыя свѣшиваются также и съ потолка и мѣстами висятъ надъ головой, ущемленные

⁹⁾ Скельская пещера описана М. Новиковымъ. Скельская пещера и ея фауна. Записки Крымскаго Общества Естествоиспытателей и Любителей природы, т. I, 1911 г.

между узкими стѣнками пещеры. Какъ полъ, такъ и стѣнки покрыты глиной и сыры, что чрезвычайно затрудняетъ передвиженіе. Въ трехъ мѣстахъ арендаторами пещеры поставлены дѣстины. Этотъ головомный подъемъ приводитъ въ небольшихъ размѣровъ залъ, длина котораго метровъ 12—14, а ширина 8—10. Весь потолокъ зала покрытъ сталактитами разнообразной формы и величины, на стѣнахъ драпировки, съ пола подымается нѣсколько сталагмитовъ и въ томъ числѣ въ серединѣ зала большая колонна, образовавшаяся отъ соединенія сталагмита съ сталактитомъ. Налѣво отъ послѣдней высятся какъ бы гигантскій органъ, покрытый известковыми натеками. Температура въ этомъ залѣ была равна 11°,5 Ц. ¹⁾.

Изъ перваго зала черезъ широкій и высокій коридоръ можно проникнуть во второй залъ, имѣющій болѣе значительные размѣры, (длина около 40 м., ширина 15 м., высота очень большая, не меньше 30 м.). Потолокъ во второмъ залѣ имѣетъ куполовидную форму, полъ покрытъ глиной и пескомъ; имѣется много сталактитовъ и сталагмитовъ, большую часть покрытыхъ глиной, на стѣнахъ много завѣсовъ. Наиболѣе отдаленная отъ входа часть зала представляетъ спускъ по песчаному дну внизъ, заканчивающійся ямой, глубина которой приблизительно 50 м. Какъ разъ надъ этой ямой виситъ длинный (не меньше 10 м.) красивый сталактитъ, также покрытый глиной.

Этимъ заканчивается верхній этажъ пещеры. Правда, у Новикова въ описаніи Скульской пещеры мы находимъ еще упоминаніе о третьемъ залѣ, также очень богатомъ сталактитами, но мы его не видѣли. Мы не смѣемъ утверждать, но весьма правдоподобно, что этотъ залъ есть тотъ же 1-й залъ въ описаніи Новикова и моемъ; по крайней мѣрѣ сдѣланный непосредственно въ пещерѣ замѣтки о первомъ залѣ чрезвычайно напоминаютъ описаніе этого третьяго зала, да и размѣры, которые даетъ Новиковъ 1-му и 3-му залу, болѣе или менѣе совпадаютъ.

Что касается нижняго этажа пещеры, то въ него можно обратиться изъ перваго коридора. Передвиженіе здѣсь представляетъ еще большія трудности изъ-за неровности дна, представляющаго хаотическое нагроможденіе глыбъ. Кромѣ того, ходы настолько узки, что мѣстами возможно двигаться только ползкомъ. Въ концѣ

¹⁾ Новиковымъ было отмѣчено 9°3. R.

концовъ коридоръ выходитъ въ залъ, который по Новикову, имѣетъ около 2 саж. ширины и 5—7 саж. длины. Стѣны и полъ сколздки и липки отъ покрывающей глины, мѣстами видны отпечатки волтъ. Очевидно, вода, проникшая сюда черезъ входъ и черезъ вертикальныя трубы, несется здѣсь постояннымъ потокомъ. Этотъ залъ заканчивается колодезъ, имѣющимъ 12 саж. въ глубину. На днѣ колодезя, по Новикову, имѣется отверстіе, ведущее въ глубокую пропасть.

При бросаніи въ эту пропасть камней слышатся шлепки, какъ бы отъ удара по водѣ. Стѣны залы украшены занавѣсками, а также ребрами, представляющими зачаточныя занавѣски. Впрочемъ, все это заплыло отъ грязи и глины. Нельзя сказать, чтобы Скедская пещера представляла интересъ въ туристическомъ смыслѣ. По нѣкоторымъ образованиямъ она уступаетъ не только знаменитымъ австрійскимъ пещерамъ, но стоитъ также ниже пещеры № 3 на Чатырдагѣ и пещеръ Терпи-хоба и Килъсе-чехъ на Караби-яйлѣ. Кроме того, красотѣ этихъ образований очень мѣшаетъ то обстоятельство, что они въ значительной степени заплыли глиной. Ко всему этому надо присоединить еще чрезвычайную трудность, если не опасность передвиженія. Въ палеонтологическомъ и въ особенности въ археологическомъ отношеніи пещера тоже едва ли можетъ представлять интересъ, такъ какъ сюда развѣ только случайно могли быть занесены трупы животныхъ. Но интересъ этихъ пещеръ заключается въ гидрографическихъ условияхъ. Можно предположить, что подъ двумя известными этажами находится третій, по которому происходитъ и въ настоящее время токъ грунтовыхъ водъ, питающихъ р. Черную. Во 2-мъ этажѣ протекаютъ несомнѣнно значительныя массы воды весной и послѣ большихъ дождей, а входное отверстіе играетъ, повидимому, роль поворота, поглощающаго воду въ это время.

с) Пещеры Караби-яйлы. (Смотри карту).

Наиболѣе многочисленны и болѣе подробно обследованы нами были пещеры на Караби-яйлѣ. Изъ нихъ многія невелики по своимъ размѣрамъ и представляютъ, такъ сказать, поверхностныя образования. Къ этому типу пещеръ можно отнести пещеру *Кабачка*, находящуюся приблизительно на серединѣ между сѣвернымъ и южнымъ склонами яйлы, но ближе къ западу. Пещера предста-

въ другихъ участкахъ яйлы такая же густая сеть ходовъ пересѣкается известнякъ, но тамъ она скрыта подъ поверхностью и недоступна для наблюденія; здѣсь же, благодаря глубокой расчлѣнѣннѣ оврага и пещерамъ, въ которыя свободно проникаетъ дневной свѣтъ, мы можемъ наблюдать результаты совокупной ра-

боты горообразующихъ силъ, благодаря которымъ возникли безчисленныя трещины, и воды, расширившей ихъ въ трубы и каналы.

Такую же пещеру съеновъ, какъ Хаджи-хоба, представляютъ и пещеры Шанъ-халъ—верхняя и нижняя,—расположенныя на с.-в. яйлы, близъ деревни Куртлузъ. Верхняя пещера имѣетъ видъ корридора со двумя входами и состоитъ изъ большого, круглой формы зала въ диаметрѣ 30 м. съ боковымъ корридоромъ длиною въ 15 м., заканчивающимся слѣпо, и другимъ корридоромъ, который ведетъ отъ отвѣснаго обрыва къ главной залѣ. Въ крышѣ и сводѣ зала и корридоровъ наблюдается множество различной величины отверстій, заканчивающихъ собою трубы, ведущія сверху внутрь пещеры.

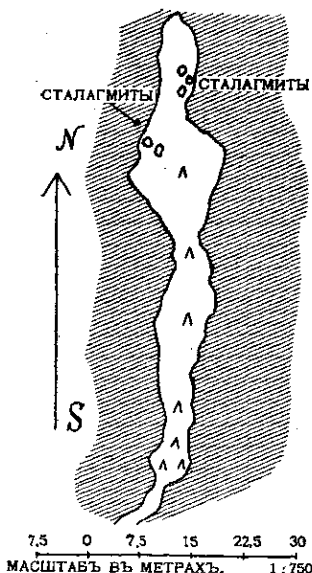


Рис. 78. Пещера Ябуханъ-хоба
(> обозначаетъ спускъ).

Къ типу эрозіонныхъ шахтъ принадлежатъ двѣ пещеры: *Ябуханъ-хоба* (Боярышниковалъ) и *Харчина-хоба*, расположенныя въ восточной части яйлы. Въ общемъ обѣ эти пещеры очень сходны и представляютъ длинныя, наклонно идущія внизъ (подъ угломъ 25°—35°) шахты.

Пещера *Ябуханъ-хоба* (къ сѣверу отъ озера Энгисъ-тинзхъ) имѣетъ въ длину около 50 метровъ; корридоръ представляетъ два расширенія (1-й залъ—4 м. ширины, 2-ой—12 м.). Во второмъ

залъ и въ стѣломъ концѣ пещеры глыбы камней; имѣются въ незначительномъ количествѣ сталактиты на стѣнкахъ пещеры. Длина пещеры Харчина приблизительно 70 м., плана ея снято не было.

Изъ пещеръ сравнительно болѣе богатыхъ сталактитами нами были осмотрѣны Терки-хоба и Кильсе-чехъ.

Пещера Терки-хоба находится недалеко отъ господствующей надъ прилегающей мѣстностью вершиной Терпине-бурунъ (1221, 1 м.)

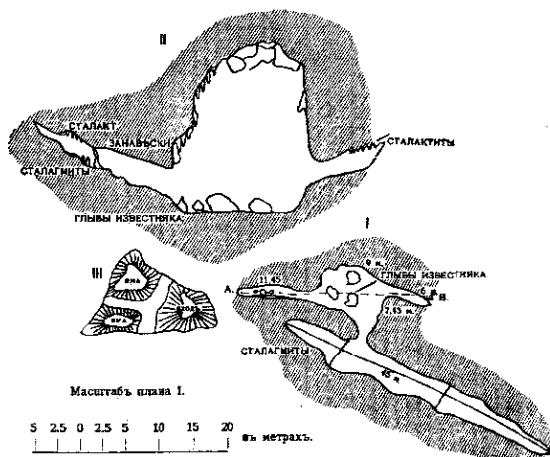


Рис. 79. Пещера Терки-хоба. I) планъ въ масштабѣ 1:500. II) разрѣзъ по линіи А. В. плана въ масштабѣ 1:250. III) Планъ входнаго отверстія 1:250. (Уменьшено на $\frac{1}{2}$).

и къ сѣверу отъ Каратага. Входъ въ пещеру находится на высотѣ 1204, 3 м. и представляетъ треугольную неглубокую впадину, на днѣ которой находятся три ямы, отдѣленные одна отъ другой каменистыми стѣнками, изъ нихъ двѣ ведутъ внутрь пещеры. Войдя въ болѣе широкое изъ отверстій, попадаешь въ узкій коридоръ, спускающійся подъ угломъ 30°, въ направленіи въ с.-в. на протяженіи 45 м. Ширина коридора въ разныхъ частяхъ различна, достигая максимумъ 5—6 метр. На нѣкоторомъ разстояніи (12 м.) отъ нижняго тупого конца пещеры вслѣдъ по

направленію къ востоку боковой ходъ въ главный залъ, имѣющій неправильную четырехугольную форму и достигающій въ длину 9 м., въ ширину 7,45 м., а въ высоту 8—15 м. Изъ входнаго корридора приходится подыматься въ этотъ залъ на 2—3 м. На днѣ главнаго зала беспорядочно нагромождены значительной величины глыбы известняка, стѣнки покрыты известняковыми натеками, образующими драпировки и органы, съ сводообразной крыши свѣшиваются многочисленные сталактиты разныхъ размѣровъ. Наибольше многочисленны небольшіе вымяобразные сосочки, окрашенные въ темно-коричневый цвѣтъ. Больше красивые экземпляры сталактитовъ находятся въ восточномъ углу главной залы. Многие изъ нихъ достигаютъ здѣсь нѣсколькихъ метровъ длины, а со дна пещеры поднимаются навстрѣчу имъ сталагмиты, достигающіе также значительной высоты. Изъ главной залы, кромѣ входнаго корридора, ведутъ еще два хода, заканчивающіеся узкими недоступными для человека трубами: одинъ на ю.в., другой приближительно прямо на сѣверъ. Первый имѣетъ всего 6 м. длины, второй 11,45 м. Оба хода поднимаются вверхъ, при чемъ подъемъ представляетъ какъ бы лѣстницу съ громадными ступенями, покрытыми известняковыми натеками; въ углубленіяхъ этой лѣстницы имѣются небольшія скопленія воды. Стѣнки в нависающая нзъу крыша (во многихъ мѣстахъ приходится нагибаться и двигаться почти ползкомъ), покрыты массою известковыхъ конкрецій въ разныхъ стадіяхъ развитія.

Здѣсь мы можемъ видѣть сталактиты, діаметромъ меньше обыкновеннаго карандаша и представляющіе незамкнутыя съ конца трубочки съ тонкими стѣнками. Другіе сталактиты съ поверхности покрылись рядомъ концентрическихъ оболочекъ, но внутри при разломѣ обнаруживаютъ также центральный каналъ. Наконецъ, третьи представляютъ уже компактные, внушительныхъ размѣровъ сосульки. Со дна поднимаются причудливой формы сталагмиты, представляющіе то небольшіе конусообразные бугорки, то значительныхъ размѣровъ столбы, напоминающіе надгробные памятники на татарскихъ кладбищахъ. Основанія многихъ сталагмитовъ какъ бы погружены въ ниспадающія складками покрывала — это также известняковыя конкреціи, получившіяся на счетъ углекислой извести, выдѣлившейся изъ растекающихся у основанія сталагмита струекъ воды. Нѣкоторые изъ сталагмитовъ соединялись

ность въ видѣ незамѣтныхъ трещинъ. Во время дождя и таинныя сибь-
говъ вода, несомнѣнно, проникаетъ въ главный залъ и въ сѣверо-
восточный уголъ главнаго коридора въ видѣ настоящихъ водопа-
довъ. Здѣсь она должна уходить вглубь черезъ незамѣтныя трещани-
ходы, способныя только съ трудомъ проводить дальнѣе воду, а, быть
можетъ, въ настоящее время уже настолько замазанныя глиной,
что онѣ перестали совершенно функционировать. Весьма возможно,
что это происходитъ преимущественно въ главномъ залѣ, причемъ
стокъ воды происходитъ не такъ быстро, какъ ея притокъ. Бла-
годаря этому, главный залъ переполняется водой, которая оказы-
ваетъ сильное гидростатическое давленіе на стѣнки и потолокъ
пещеры. Этой недостаточной емкостью отводящихъ каналовъ и
необходимо объяснить происхожденіе главнаго зала съ его сводо-
образнымъ потолкомъ. Благодаря давленію скопляющейся воды
произошло обрушиваніе глыбъ известняка со стѣнокъ и потолка
пещеры, какъ объ этомъ свидѣлствуютъ лежащіе на днѣ ея
камни. Тѣмъ не менѣе сводъ пещеры еще выдерживаетъ и пото-
локъ не обвалился цѣликомъ, такъ какъ на поверхности ему не
соотвѣтствуетъ никакой долины. Изъ всего изложеннаго ясно, что
Терпи-хоба относится къ типу вертикальныхъ пещеръ.

Пещера *Килсе-чегъ* (931,4 м. надъ ур. моря), подобно предъ-
идущей, находится всегдѣ въ зонѣ вертикальной циркуляціи и
также богата сталактитами.

Расположена она на сѣверо-востокѣ лѣйлы, недалеко отъ де-
ровни Курлукъ. Подобно Терпи-хобѣ, входъ въ пещеру предста-
вляетъ яму, отъ которой вглубь ведетъ коридоръ, спускающійся
подъ угломъ 30°—35°. Этотъ коридоръ вскорѣ становится на-
столько узкимъ, что по нему можетъ пробраться только одинъ
человѣкъ, и то тѣсно прижимаясь къ боковымъ стѣнкамъ. Ко-
ридоръ въ этой части имѣетъ характеръ трещины или подзем-
наго ущелья, покатость его здѣсь значительно меньше (10°—15°),
направленіе отъ NW переходить на N и затѣмъ на SW. За-
тѣмъ коридоръ расширяется въ небольшой залъ, очень бога-
тый известняковыми козкреціями разной формы. Слѣдуя все дальнѣе
по этому коридору, можно замѣтить, что вдали брезжить свѣтъ.
Дѣло въ томъ, что коридоръ выводитъ обратно къ началу пещеры
близъ главнаго входа. Недалеко отъ этого послѣдняго имѣется
боковая небольшая, круглой формы камера, очень богатая сталакти-

тами, сталагмитами и дѣлыми колоннами. Кромѣ этого кругового хода и камеры, имѣется еще незначительное отѣтѣленіе также со сталактитами. Длина кругового коридора около 180 м., круглая камера имѣетъ въ длину 8 м., въ ширину съ небольшимъ 6 м.

Въ разстояніи менѣе $\frac{1}{4}$ версты отъ Кильсе-чехъ расположенъ громадный гротъ *Карани-хоба* (984,8 м. надъ ур. моря). Изъ

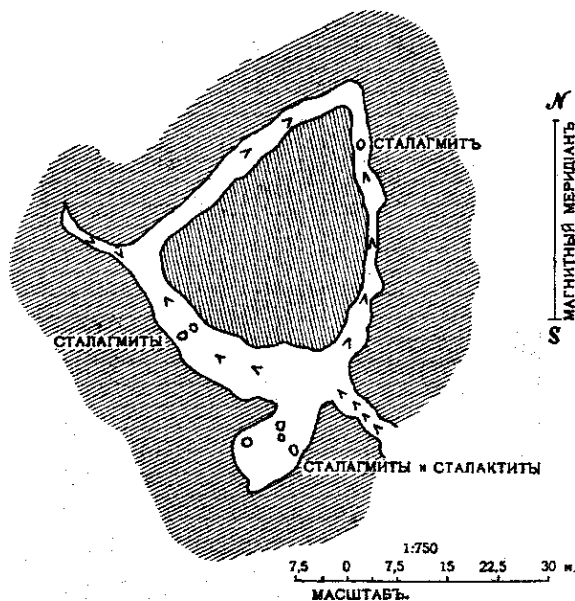


Рис. 81. Планъ пещеры Кильсе-чехъ. (уу—подъемы и спуски).

всѣхъ видѣнныхъ мною пещеръ въ Крыму эта самая грандіозная. Правда, здѣсь нѣтъ особенно длинныхъ боковыхъ ходовъ, но главный залъ поражаетъ своею грандіозностію; форма его эллиптическая, длинная ось эллипса равна 64 метр., короткая 30 метр., высота не менѣе 15—20 и быть можетъ и 25 метр. Дно грота покрыто слоемъ черной земли (смѣсь глины и овечьего помета,

вложені с.-в.—ю.-з. Этотъ оврагъ имѣетъ довольно значительную глубину и залегаетъ въ мергелисто-известковой толщѣ.

На днѣ оврага масса разныхъ размѣровъ глыбъ и щебня; съ вѣтшной стороны эти отложенія весьма маломынаютъ морену, такъ какъ не обнаруживаютъ никакой сортировки матеріала по степени его крупности. Скорѣе всего эти отложенія произошли вслѣдствіе смыва продуктовъ вывѣтриванія, быстрыми потоками талой или дождевой воды, при чемъ вода на пути просачивалась въ трещины горной породы и въ такихъ мѣстахъ оставляла большую часть несомого матеріала, независимо отъ его вѣса. Къ этому присоединились еще продукты осыпей со стѣнокъ оврага.

Спустившись по оврагу, надо повернуть направо на небольшую полянку, обставленную деревьями. Здѣсь немаленько находятся источники, выходящій изъ известняка (768,5 м.). Дальнѣйшій путь возможенъ только лѣшкомъ. Сначала приходится круто спускаться въ довольно глубокой боковой оврагѣ, поросшімъ лѣсомъ, затѣмъ подыматься по крутому (не менѣе 45°) мергелистому склону, совершенно обнаженному¹⁾. Вывѣтрившіеся мергеля осыпаются подъ ногами, и малѣйшее неловкое движеніе грозитъ паденіемъ въ глубокую пропасть.

Пещера Туавская извѣстна также и подъ другими названіями, именно пещеры *Фулъ*²⁾ (это названіе, между прочимъ, на одноверстной картѣ) и пещеры *Кутуркая*. Съ нею связано много легендъ.

У татаръ существуетъ сказаніе, что въ болѣе далекихъ проходахъ этой пещеры живетъ шайтанъ—чортъ, который не попускается на свѣтъ и мучитъ только тѣхъ, кто осмѣливается близко подойти къ его жилищу. Здѣсь же въ древности обитали чародѣи, слава которыхъ гремѣла по всему свѣту. Между прочимъ, въ этой пещерѣ обнаружены многочисленные скелеты и кости людей, и въ ней производились раскопки. Во время моего второго посѣщенія этой пещеры лѣтомъ 1911 г. я нашелъ здѣсь также довольно много обломковъ дѣтскихъ костей. Повидимому, кости были повреждены при раскопкахъ и оставлены вслѣдствіе этого на мѣстѣ. Нахожденіе здѣсь костей легенда объясняетъ такъ: „говорятъ, что пещера за нѣсколько вѣковъ передъ сѣмъ

¹⁾ Эту скалу называли даже горой Агути.

²⁾ Отъ греческаго *φύλλος*—лиже изъ листьевъ, гнѣздо.

по мѣстоположенію своему служила не только убѣжищемъ въ военное время, но сдѣлалась и гробницей здѣшнихъ жителей, которые при непріятельскомъ нападѣни думали въ ней скрыться со всѣмъ своимъ имуществомъ. Это были жители одной деревни, лежавшей при рѣкѣ Канакѣ; разстояніе отъ пещеры на два часа ѣзды. Путь къ сокровенному сему мѣсту былъ открытъ непріятелемъ вѣрной собакой, которая, отыскивая своего господина, на сей разъ сдѣлалась предательницей сихъ невинныхъ непріятелю.

„Невняма гласу челоуѣчества, омъ предать ихъ мучительной смерти, разведя при входѣ въ пещеру огонь, отчего здѣсь и нынѣ находятъ много челоуѣческихъ костей“¹⁾.

Туакская пещера посѣщалась неоднократно, но, поскольку намъ извѣстно, никто не давалъ болѣе или менѣе подробнаго и обстоятельнаго описанія ея, а тѣмъ болѣе плана, что, впрочемъ, весьма естественно, такъ какъ подъемъ къ ней представляетъ такіа трудности и такъ истощаетъ силы, что уже не остается энергіи для дальняго ознакомленія съ пещерой.

Намъ было снятъ при помощи компаса планъ главной галлерей, разстоянія опредѣлялись шагами (шагъ принятъ равнымъ 0,75 м.), многочисленные узкіе ходы, ведущіе по большей части вверхъ, совершенно не нанесены, за исключеніемъ одного болѣе значительнаго. Кромѣ того, не были отмѣчены всѣ подъемы и спуски вдоль главной галлерей, а только болѣе значительные. По всѣмъ этимъ причинамъ планъ пещеры не можетъ считаться точнымъ, а даетъ только общее представленіе о ней.

Судя по плану, Туакская пещера является одной изъ самыхъ длинныхъ въ Крыму (въ ея изслѣдованной части) и имѣетъ въ длину около 130 м.

Начиная отъ входа идти внизъ коридоръ на протяженіи 10 м. Этотъ коридоръ выводитъ въ большую круглую залу 22 м. въ длину и 15 м. въ ширину, высота очень значительная, полъ покатъ вправо, дно покрыто влажной глинной, стѣнки пещеры также мокрыя, на нихъ видны известковые натѣки.

Сколько-нибудь значительныхъ сталагмитовъ не обнаружено. Изъ этого перваго зала черезъ небольшой коридоръ (10 м. длины,

¹⁾ Описание Туакской пещеры. Сочиненіе, т. XIV, 1821 г.

3—4 м. ширины) попадает во второй круглый зал 14 м. длины, 10 м. ширины, лежащий несколько выше первого. Потолок зала сводообразный, значительно выше, чем в первом, так что даже при освещении магнѣемъ его хорошо не видно. Мѣстами въ потолкѣ открываются значительной величины ходы, ведуще вверх. Изъ этого зала въ направленіи NO. идетъ болѣе узкій коридоръ на протяженіи 15 м., приблизительно посерединѣ большой сталагмитъ.

Этотъ коридоръ въ концѣ концовъ выводитъ въ самое обширное помѣщеніе пещеры, представляющее длинный залъ (третій) метровъ 50 въ длину и различной ширины (отъ 6—10 м.) Въ потолкѣ пещеры видны многочисленные ведущіе вверхъ ходы. Недалеко отъ входа въ этотъ залъ впадаетъ сълѣва боковой ходъ, круто поднимающійся къверху въ направленіи SW и простиженный нами на разстояніи 25 м.; дальше онъ поворачиваетъ еще круче къверху и суживается.

На стѣнкахъ и потолкѣ этого хода нѣются сталактиты. Въ концѣ третьяго зала сълѣва открывается входъ въ неглубокую яму (метровъ 10), въ которую можно спуститься и на стѣнкахъ которой нѣются подлики посѣтителей. Третій залъ не заканчивается здѣсь сълѣво, а въ немъ нѣбется узкій ходъ, ведущій въ томъ же направленіи NW дальше; попытка пробраться въ него не увѣчалась однако успѣхомъ, а проводники наши, повидному, мало знакомые съ пещерой, заявили, что дальше идти некуда.

Въ общемъ Туакская пещера поражаетъ главнымъ образомъ своими размѣрами, особенно высотой, и дѣлаетъ рядомъ ходовъ и продлиннѣ, ведущихъ вверхъ на поверхность яллы. Дно пещеры повсюду покрыто глиной. Сталактиты также по большей части затекли глиной.

Несмотря на нѣющіяся въ пещерѣ неровности пола, ее все-таки приходится отнести скорѣе къ типу горизонтальныхъ пещеръ, служившихъ нѣкогда для тома грунтовыхъ водъ.

Въ настоящее время грунтовая вода залегаетъ нѣсколько глубже, но, повидному, не особенно глубоко, такъ какъ на высотѣ 711,5 м. обнаружены уже сильные глинистые слякцы, но и ближе къ пещерѣ до высоты 898 м. известняки сильно мергелисты и мѣстами переслаиваются съ глинистыми слякцами. Во всякомъ случаѣ, и въ настоящее время весной черезъ широкія продлинны должно проникать въ пещеру много воды, а быть можетъ и снизу по-

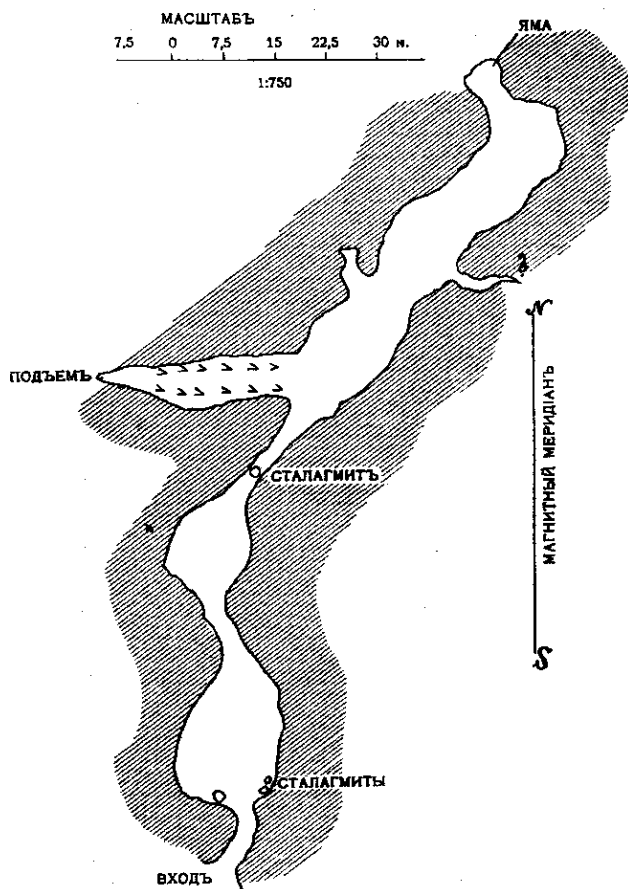


Рис. 84. Планъ Туважской пещеры.

Поэтому свѣчи въ пещерѣ горятъ дѣйствительно болѣе тускло, чѣмъ въ другихъ пещерахъ. Впрочемъ, быть можетъ кажущаяся мрачность пещеры зависитъ исключительно отъ болѣе значительныхъ размѣровъ, (особенно вертикальных) ея залъ.

Пещера *Большой Бузлукъ* расположена на высотѣ 1045 м. надъ уровнемъ моря, ближе къ южному склону яйлы; она относится къ категоріи пещеръ-ледниковъ. Входъ въ пещеру представляетъ отверстіе метровъ въ 20 въ поперечникѣ, съ крутыми стѣнками, при-

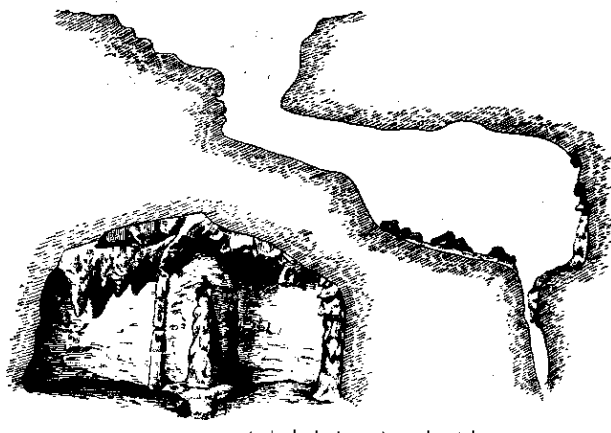


Рис. 86. Пещера Большой Бузлукъ. Разрѣзъ въ направленіи SO—NW и видъ задней стѣнки. Масштабъ 1:1000.

чемъ съ юга, запада и сѣвера стѣнки совершенно отвѣсны, съ восточной или точнѣе восточно-юго-восточной стороны, спускъ ведетъ нѣсколькими уступами (на протяженіи 7 м.) къ небольшой площадкѣ, защищенной сверху карнизомъ скалы, а затѣмъ (на протяженіи 15 м.) ко второй площадкѣ, гдѣ находится небольшая нишеобразная пещерка; даже слѣдуетъ вертикальный обрывъ въ 14 метр. съ едва выступающими каменными ступенями, по которымъ, съ большимъ трудомъ, можно спуститься внизъ. Затѣмъ склонъ довольно пологъ, представляя въ разныхъ частяхъ различный уклонъ (отъ 15° до 30° и болѣе) и ведетъ къ задней стѣнкѣ пещеры.

Температура, наблюдавшаяся въ пещерѣ Бузлукъ.

Время наблюдений.	° наружнаго воздуха.	° въ глубинѣ, на высотѣ при- близительно 1,5 м. надъ по- верхностью.	° въ пещерѣ, далше отъ ле- дн. водопада.
18 июня 1908 г. 1 ч. дня.	+ 0°,25	+ 1°	
30 июля 1910 г. около 12 ч. дня.	+ 14°,5	+ 1°	
9 июля 1911 г. въ 7½ ч. вечер.	+ 8°	+ 0°,5	
12 июля 1911 г. утромъ (между 10 и 11 ч.).	+ 12°	+ 0°,1	{ въ разстояніи 20 м. + 0°,6 въ разстояніи 30 м. + 0°,8

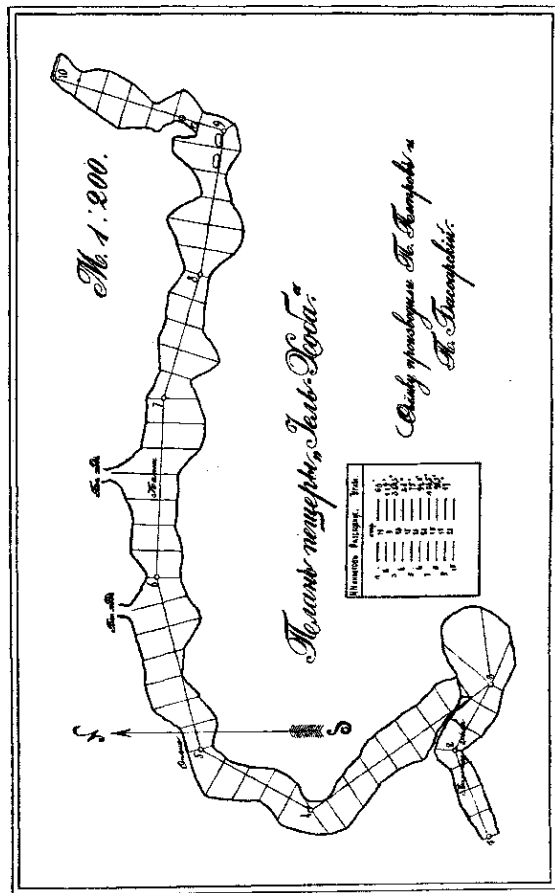
Пещера Малый Бузлукъ ¹⁾ расположена къ югу отъ деревни Козанлы, приблизительно въ $3\frac{1}{4}$ верстахъ отъ нея. Она начинается воронкой: съ С и З стѣнки ея круты, съ Ю и особенно съ В—пологи и покрыты почвой; діаметръ отверстія около 30 метр.

Спускаться въ пещеру приходится сначала по открытой узкой щели въ известнякъ, который хорошо ополнированъ водою. Ниже пройдя мимо груды унавашихъ кусковъ известняка и легкимъ спускомъ спускаешься въ пещеру. Паденіе слоевъ известняка здѣсь на С. З. Пещера имѣетъ покатное дно; размѣры ея таковы: длина около 40 м., ширина—20 м. Въ развѣтѣ пещера имѣетъ форму мѣшка. Въ западномъ углу есть небольшой ходъ, по которому можно углубиться только метровъ на 8, потому что дальше онъ дѣлается очень узкимъ. Здѣсь можно наблюдать скопленіе известкового шпата.

д) Пещера близъ деревни Кизиль-хоба.

Объ этихъ пещерахъ уже упоминалось нѣсколько разъ. Какъ извѣстно, здѣсь имѣются двѣ пещеры: верхняя *Галъ-хоба*, что значитъ „Вѣтряная пещера“, и нижняя *Харанлы-хоба*—„Темная пещера“. Пещеры эти много посѣщались нѣсколько разъ, при

¹⁾ Н. Н. Кленкинъ. Записки Крымскаго Общества Естествоиспытателей въ Любимой Природы т. II 1912 г. Описаніе замѣстоваго у Кленкина.



они ломаются и разлетаются в мелкие осколки. Оба эти хода, повидимому, не имеют выхода наружу. Первый совершенно слёпой, второй выводит в концы-концов обратно в главную пещеру через отверстие, расположенное над входом.

Общая длина пещеры Иаль-Хоба 156 метр. и, кроме одного рёзкого поворота пальцо в самом почти началѣ и другого в концѣ, на всемъ остальномъ протяжении сворачиваетъ вправо. Температура, измѣрявшаяся г. Петровымъ по нѣскольку разъ в день, всегда оставалась постоянной, а именно 9° R. или 11,2 Ц. Влажность 83%. Пещера сухая и въ ней не было ни одного водного бассейна, только кое-гдѣ была мокрая земля около боковых стѣнокъ. Дно пещеры покрыто вначалѣ пескомъ, а дальше отъ входа пескомъ и глиной; только мѣстами встрѣчается чистая, вязкая красная глина, подъ которой иногда лежитъ слой совершенно черной, жирной на ощупь, земли. Пещера расположена надъ деревней (тѣмъ мѣстомъ деревни, гдѣ находится мечеть) на высотѣ 172 м.

Характеръ Иаль-Хоба. Входное отверстие этой пещеры представляетъ достаточно широкую и высокую, чтобы войти не сгибаясь, дыру, по бокамъ которой растутъ кустарники. У основанія пещеры груды щебня и камней, покрывающихъ сухое русло, по которому въ влажные сезоны низвергается внизъ въ долину рѣка, образуя водопады. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ замѣтны эрозіонные котлы, высверленные падающимъ потокомъ. Сейчасъ же за входомъ пещера расширяется въ довольно большой залъ (15 м. ширины и до 10 мет. высоты). Вдоль правой стѣны залъ гряда обломковъ, происшедшихъ въ результатѣ обвала потолка. Благодаря этому созданъ второй входъ въ пещеру, лежащій надъ первымъ. По мѣрѣ удаленія отъ входа залъ переходитъ въ обширный коридоръ, который тянется въ прямомъ направленіи значительно понижаясь и кончается небольшимъ сравнительно расширеніемъ. Отсюда пещера раздвояется на два этажа. Нижний этажъ сворачиваетъ вправо, верхній идетъ вочти въ томъ же направленіи, что и нижній, а именно на С.В. и расположенъ надъ нижнимъ на высотѣ 3—4 метровъ. Длина коридора до мѣста раздвоенія пещеры 42 метра.

Нижний коридоръ очень низкій, почва состоитъ изъ лещковъ глины, такъ что идти очень трудно. Направо находится лужа до-

миновать небольшое озеро или, вбрызг лужу, через которую переброшены доски. Въ общемъ, коридоръ этотъ отличается уютнымъ однообразиемъ. При дальнѣйшемъ движеніи, однако,

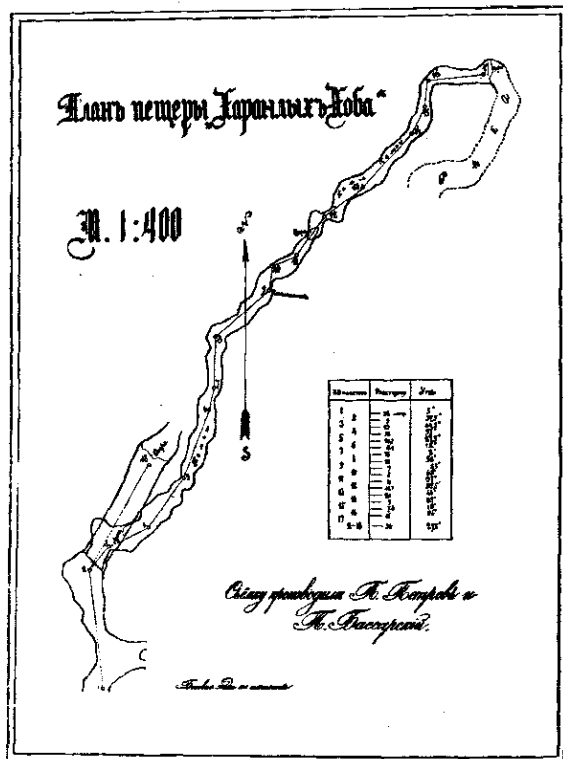


Рис. 96. Планъ пещеры Хараныхъ-Коба (по П. Петрову).

вы начинаете улавливать шумъ отъ протекающаго потока, дѣлающійся съ каждымъ шагомъ все ливственнѣе, и, наконецъ, вы у самаго русла рѣчки, которая, появяясь изъ темноты слѣва, исче-

Обѣ пещеры Іэль-хоба и Харанлыхъ-хоба принадлежать къ типу горизонтальныхъ пещеръ и представляютъ русла рѣки Соботканъ въ различныхъ стадіяхъ ея жизни. Послѣ обильныхъ дождей пещера Харанлыхъ на всемъ протяженіи заполняется водой рѣки.

ХП.

Теорія образованія и сохраненія пещернаго льда.

Пещеры-ледники своею загадочностью издавна привлекали вниманіе, и насчетъ причинъ образованія и сохраненія въ теченіе лѣтняго сезона льда въ пещерахъ высказывались самыя разнообразныя воззрѣнія.

Всѣ существующія по этому вопросу теоріи можно подвести подъ пять группъ:

1) Теорія Фуггера и Делюкь-Тури—сохраненія зимняго холода. Кромѣ Фуггера, ее записали Прево, отчасти Пикте и Соссюръ, Делюкь (1822 г.), Тури (Thury 1861 г.), Мартель, Балхъ (Balch 1897 г.), Краммеръ (1899 г.) и многіе другіе ¹⁾.

2) Теорія переохлажденія воды, просачивающейся черезъ капильныя трещины (Швальбе) ²⁾.

3) Теорія охлажденія вслѣдствіе испаренія (Ломанъ) ³⁾. Эту же теорію по отношенію къ Кунгурской пещерѣ поддерживали Е. С. Федоровъ ⁴⁾ и Н. И. Каракашъ ⁵⁾. Многіе другіе изслѣдователи, въ томъ числѣ Мартель и Листовъ, усматривая главную причину охлажденія пещеръ въ сохраненіи зимняго холода или

¹⁾ Fugger. Eishöhlen und Windröhren. Salzburg 1891—93; Thury. Etudes sur les glaciers naturels. Bibliot. univers. de Genève, 1861; Balch. Ice-caves and the causes of subterranean ice. Journal of the Franklin Institute, mars 1897, Philadelphie; E. A. Martel. La spéléologie, стр. 90; H. Crammer. Eishöhlen und Windröhren-Studien. Abhandl. der. k. k. Geograph. Gesellschaft in Wien 1899, I.

²⁾ B. Schwalbe. Uebersichtliche Zusammenstellung literarischer Notizen über Eishöhlen und Eiskücher. Mittheilungen der Section für Höhlenkunde des Oesterreich. Touristenklub. von 20 Juli 1887 г.

³⁾ H. Lohmann. Das Höhleneis unter besonderer Berücksichtigung einiger Eishöhlen des Erzgebirges. Dresden, 1895.

⁴⁾ Е. С. Федоровъ. Записка о Кунгурскихъ пещерахъ. Материалы для геологическаго Россіи, т. XI, 1883, стр. 217.

⁵⁾ Н. И. Каракашъ. Кунгурская „ледяная“ пещера на Уралѣ. Труды С.-Петербургскаго Общества Естествоиспытателей, 1905 г., № 1, стр. 11.

въ тягѣ воздуха, тѣмъ, не менѣе не отрицають нѣкотораго вліянія и испаренія.

4) Теорія охлажденія вслѣдствіе растворенія солей (De Belleguez) ¹⁾.

5) Теорія сохраненія льда со время ледниковой эпохи (Beud-Dawkins) ²⁾.

6) Теорія охлажденія горной породы, въ которой заключена пещера, тѣлой воздуха въ зимнее время: Ю. Листовъ ³⁾, 1885 г., отчасти Г. Крамеръ ⁴⁾ 1899 г., Г. Бокъ ⁵⁾ 1913 г.

Ивъ всѣхъ этихъ теорій заслуживаютъ вниманія только означенныя подъ рубриками 1, 3 и 6.

Теорія сохраненія льда со время ледниковой эпохи не заслуживаетъ вниманія по слѣдующей причинѣ: во многихъ пещерахъ ледъ въ концѣ лѣта стаяваетъ почти совершенно (или даже совершенно), чтобы вновь образоваться весной. Такъ, въ ледяной пещерѣ Szilidze въ Венгріи въ ноябрѣ ледъ почти совершенно исчезаетъ, такъ что въ продолженіе всей зимы пещера почти свободна отъ льда, и обильное новообразование льда происходитъ весной ⁶⁾. Подобное же явленіе наблюдалось неоднократно и въ другихъ пещерахъ. Въ пещерѣ Бузлукъ, какъ мы имѣли случай убедиться, въ концѣ лѣта обыкновенно наблюдается усиленное таяніе льда.

Теорія охлажденія вслѣдствіе растворенія солей тоже не подтвердилась фактами.

Что касается теоріи Швальбе, то противъ нея говорятъ тотъ фактъ, что просачиваніе воды въ пещеру происходитъ не по капиллярнымъ ходамъ, въ которыхъ имѣетъ мѣсто переохлажденіе, а по трещинамъ, имѣющимъ въ большинствѣ случаевъ болѣе значительный діаметръ ⁷⁾. Прямые наблюденія Фуг-

¹⁾ E. A. Martel. La spéléologie, стр. 90.

²⁾ Ю. Листовъ. Пещеры-ледники. Матеріалы для геологій Россіи, т. XII, 1885 г., стр. 105.

³⁾ H. Crammer. Eishöhlen und Windröhren-Studien. Abhandl. der. k. k. geographisch. Gesellsch. in Wien, I, 1899.

⁴⁾ Ingenieur Hermann Bock, Georg Lahner und Gustav Gaunersdorfer. Höhlen im Dachstein, Graz, 1913.

⁵⁾ La grotte de glace de Szilidze par. Karl Siegmeth. Spelunca, т. XII, стр. 346, а также E. Thierlanday. Meine Erfahrungen in der Eishöhle von Szilidze. Petermanns Mitt. 1893, стр. 268.

⁶⁾ Е. Федоровъ указываетъ еще на то обстоятельство, что охлажденіе можетъ имѣть мѣсто лишь до нѣкоторой степени насыщанія пористаго тѣла во-

гера ¹⁾ въ Коловатской пещерѣ показали, что температура просачивающейся воды была выше температуры воздуха въ пещерѣ и, слѣдовательно, могла только способствовать таянію льда.

Время наблюденія.	Температура вод.	Темпер. воздуха въ пещерѣ.
26 ноября 1876 г.	+ 0°,6	— 1°,0
6 января 1877 г.	+ 0°,8	— 0°,65
31 мая 1877 г.	+ 0°,8	+ 0°,25

Наконецъ, если бы охлажденіе воды въ капиллярахъ имѣло мѣсто, то мы должны были бы встрѣтить ледъ чуть не во всѣхъ пещерахъ (по крайней мѣрѣ, въ области умѣреннаго климата), тогда какъ въ дѣйствительности пещеры-ледники представляютъ все-таки рѣдкое явленіе.

Такимъ образомъ, для объясненія охлажденія пещеръ, благодаря которому происходитъ образованіе и сохраненіе въ нихъ въ теченіе теплаго сезона льда, остаются только три теоріи, которыя и будутъ нами разсмотрѣны ниже.

Предварительно необходимо отмѣтить, что пещеры-ледники могутъ существовать только въ холодной или умѣренной климатической полосѣ или на известной высотѣ надъ уровнемъ моря, гдѣ температура на болѣе или менѣе значительный промежутокъ времени опускается ниже 0°. На образованіе и сохраненіе льда, кромѣ того, вліяютъ многочисленныя условія, какъ-то: форма пещеры, именно, является ли пещера замкнутой со всѣхъ сторонъ и нѣющей всего одинъ входъ, или она представляетъ каналъ съ двумя выходами, нижнимъ и верхнимъ; въ случаѣ замкнутой пещеры: углубляется ли она, начиная отъ входа, т.-е. представляетъ форму мѣшка, или, наоборотъ, обращена своимъ закрытымъ концомъ вверхъ. Имѣютъ значеніе также особенности входа въ пещеру, достаточно ли онъ широкъ для того, чтобы снѣгъ могъ сваливаться сверху или заноситься въ пещеру вѣтромъ, въ какую сторону горизонта онъ обращенъ и т. д.

Многочисленность теорій, предложенныхъ для объясненія образованія пещернаго льда, и многочисленность факторовъ, вліяющихъ на этотъ процессъ, привели многихъ изслѣдователей въ до-

дой, послѣ же насыщенія температура уже не можетъ понижаться. Федоровъ, *ibidem*.

¹⁾ E. Fugger. Ueber Eishöhlen, *Petermann. Mitt.*, 1883 г., стр. 16.

вольно печальному заключению, что „напрасный труд формулировать общую теорию образования льда въ пещерахъ“¹⁾.

Мы не раздѣляемъ этого пессимистическаго взгляда и полагаемъ, что для охлажденія внутренности пещеры, влекущаго за собой, при возможности доступа въ нее воды, образование и сохраненію льда, какъ для чисто физико-термической проблемы можно установить вполне определенную законность. Конечно, каждая пещера имѣетъ свои индивидуальныя особенности, такъ что ходъ процесса, выведенный для простѣйшихъ типичныхъ случаевъ, видоизмѣняется этими особенностями, но общая законообразность не нарушается ими. Въ концѣ-концовъ, шаткость возрѣній на причины образования льда, главнымъ образомъ, объясняется недостаточностью фактическаго матеріала. Для вывода законообразности необходимы продолжительныя и точныя термическія наблюденія въ теченіе всего года или, по крайней мѣрѣ, въ разные сезоны въ пещерахъ, представляющихъ по своей формѣ наиболее типичныя разнovidности.

Надо отмѣтить, что заслуга въ этомъ отношеніи принадлежитъ, прежде всего, Ю. Листову, которому, одному изъ первыхъ, удалось приблизиться къ выясненію общихъ причинъ образования пещернаго льда. Затѣмъ слѣдуетъ указать на многочисленныя точныя наблюденія Фуггера. У Крамера въ результатѣ пятилѣтнихъ наблюденій надъ пещерой Taberloch мы находимъ уже почти исчерпывающую теоретическую разработку вопроса и, наконецъ, у инженера Г. Бокса математическую формулировку теоріи²⁾.

Выводы, къ которымъ пришли эти изслѣдователи, сводятся къ комбинаціи теорій, указанныхъ нами подъ рубриками 1-ой и 6-ой, а именно: охлажденіе происходитъ вслѣдствіе токовъ воздуха, отнимающихъ тепло у массы горной породы въ холодное время года

¹⁾ Karl Siegmeth. Spelunca, VII, № 57, стр. 348 говоритъ: „Les expériences faites dans la grotte de glace de Szilicz me confirment à nouveau dans la croyance qu'en fait c'est peine perdue d'essayer de formuler une théorie générale de la formation de la glace dans les cavernes. On peut bien énumérer les différentes causes de la formation de la glace, mais il faut reconnaître que cette formation depend en première ligne de la situation, de la forme et de la nature du roc des grottes, toutes causes, dont il y a bien de tenir compte pour chaque cas particulier. Tout au regard s'exprime, en substance, вѣ сущности, в Маргаль, хотя главную причину онъ усматриваетъ въ сохраненіи зимняго холода. Смотри La spéléologie.

²⁾ Смотри цитированныя выше работы.

и, при особо благоприятных условиях расположения и формы пещеры, обуславливающих, действительно, сохранение зимнего холода в пещерѣ.

Процессъ охлаждения протекаетъ различно, въ зависимости отъ того имѣемъ ли мы дѣло съ пещерой замкнутой или пещерой типа „Windrohr“, имѣющей два входа.

Ia) Положимъ, мы имѣемъ дѣло съ пещерой, имѣющей только одно входное отверстіе и обращенной противоположнымъ (закрытымъ) концомъ вверхъ. Допустимъ далѣе, что температура наружнаго воздуха (T_b) въ данный моментъ ниже температуры горной породы (T_r), а слѣдовательно, и температуры воздуха внутри пещеры, $T_b < T_r$. Наружный холодный воздухъ можетъ, въ этомъ

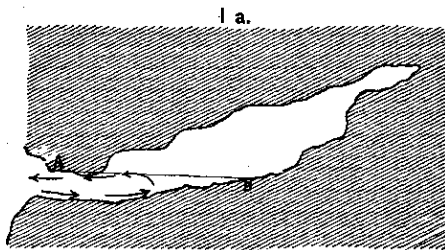


Рис. 98.

случаѣ, проникнуть въ пещеру только до горизонта АВ, опредѣляемаго наиболѣе высокой точкой входнаго отверстія пещеры. (Смотри рис. Ia). Дальнѣйшаго объема воздуха происходить не будетъ, такъ какъ заключенный въ пещерѣ теплый воздухъ, будучи легче, не можетъ опуститься и выйти изъ пещеры, а, съ другой стороны, онъ не можетъ и уйти изъ пещеры вверхъ (въ случаѣ замкнутой пещеры) и остается какъ-бы пойманнымъ въ ней. Этотъ воздухъ препятствуетъ соприкосновенію внутреннихъ стѣнокъ пещеры съ холоднымъ наружнымъ воздухомъ и обуславливаетъ сравнительно высокую температуру въ пещерѣ зимой. (Охлаждение въ ней происходитъ, крайне медленно, путемъ теплопроводности черезъ воздухъ и горную породу).

Такия пещеры можно назвать *теплыми*, и фактическия наблюденія иногда подтверждаютъ данный выводъ. Напр., въ пещерѣ

Bascofen температура во время зимы была $+9^{\circ}$, въ пещерѣ Reg-gauer Wand, въ замкнутомъ отъѣвленіи, $+16^{\circ}$, тогда какъ снаружѣ былъ сильный морозъ ¹⁾.

Положеніе дѣла въ такой пещерѣ зимой изображено на схемѣ Ia. Холодный воздухъ, проникающій въ пространство АВD, отнимаетъ у горной породы теплоту, нагревается вслѣдствіе этого и подъ линіей АВ вытекаетъ изъ пещеры. Такимъ образомъ, въ ближайшемъ ко входу участкѣ пещеры образуется круговоротъ воздуха, но онъ не проникаетъ далеко въглубь пещеры.

Если снаружѣ сдѣлается теплѣе, чѣмъ внутри пещеры, $T_b > T_r$, то сравнительно болѣе холодный воздухъ пещеры будетъ выте-

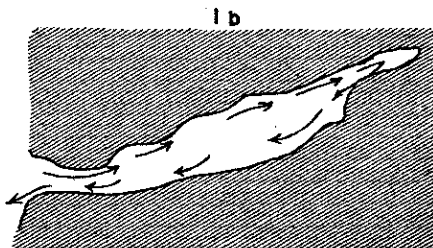


Рис. 99.

катъ вслѣдствіе своей большей плотности по ея дну, тогда какъ вдоль потолка пещеры на его сѣнѣ будетъ входить болѣе теплый наружный воздухъ. Возникнетъ круговоротъ воздуха, обозначенный стрѣлками на нашей схемѣ (Ib).

Мы видимъ, такимъ образомъ, что пещеры со сгнѣтымъ концомъ, обращеннымъ вверхъ, гнѣтомъ (или вообще, когда температура наружного воздуха выше температуры горной породы) нагреваются течемъ воздуха, отдающего теплоту горной породѣ, зимой же охлажденіе распространяется только на небольшую часть пещеры при входѣ и крайне медленно и почти незамѣтно далѣе въглубь пещеры.

Рассмотримъ теперь температурныя условія въ пещерѣ со сгнѣтымъ концомъ, обращеннымъ внизъ. Такія пещеры напоминаютъ

¹⁾ Schaller, *ibidem*.

по своей формѣ мѣшокъ, и за ними утвердилось у нѣмецкихъ авторовъ названіе „Sackhöhlen“.

Предположимъ, что температура наружнаго воздуха T_b въ данный моментъ ниже температуры горной породы T_g , а, следовательно, и температуры воздуха внутри пещеры $T_b < T_g$. Въ этомъ случаѣ, холодный наружный воздухъ, имѣющій большую плотность, будетъ стекать внизъ въ пещеру и вытѣснять изъ нея вдоль потолка пещеры болѣе теплый и легкий воздухъ. Образуется токъ воздуха, обозначенный на нашей схемѣ (II) стрѣлками. Этимъ токомъ воздуха производится постоянное охлажденіе горной породы, въ которую заключена пещера, такъ какъ холодный воздухъ, соприкасаясь со стѣнками пещеры, отнимаетъ отъ нихъ

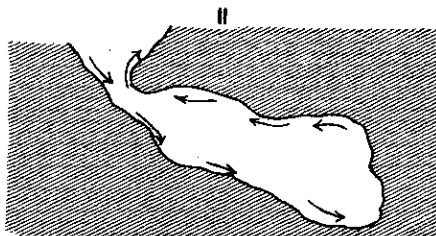


Рис. 100.

извѣстное количество тепла, самъ нагревается и поднимается вверхъ, чтобы вдоль потолка выйти изъ пещеры. Наибольшее охлажденіе при этомъ испытываетъ дно пещеры, главнымъ образомъ близъ входа, такъ какъ здѣсь дно пещеры соприкасается съ наиболѣе холоднымъ, не успѣвшимъ еще нагрѣться воздухомъ. Сообразно этому, и температура воздуха въ пещерѣ, близъ ея дна, въ это время возрастаетъ отъ входа въ нижнему концу пещеры, напр., въ „Taberloch“¹⁾, по наблюденіямъ Краммера температура воздуха отъ входа къ слѣпому концу пещеры вѣдѣлась такъ:

12 ноября 1893 г. — 6°2; — 4°3; — 3°3; — 2°4; — 2°1; — 1°5.

19 марта 1894 г. — 8°0; — 3°2; — 2°8; — 2°3; — 2°0; — 1°7; — 1°4.

Такое же повышеніе температуры воздуха сверху внизъ (въ періодъ, когда $T_b < T_g$) констатировано наблюденіями во всѣхъ

пещерахъ-ледникахъ мѣшкообразной формы. Это вполне понятно, такъ какъ происходитъ постоянная отдача тепла горной породой пещеру втекающему въ нее воздуху, при чемъ этотъ послѣдній вследствие болѣе продолжительнаго соприкосновенія съ горной породой успѣваетъ въ низу болѣе нагрѣться.

Токъ холоднаго воздуха въ пещерѣ не прекратится и тогда, когда снаружи температура перестанетъ опускаться, такъ какъ воздухъ, проникающій въ пещеру, нагрѣвается отъ соприкосновенія съ горной породой и дѣлается легче. Правда, при установившейся постоянной температурѣ снаружи, сила тока постепенно ослабѣваетъ вследствие уменьшенія разности удѣльных вѣсовъ наружнаго и внутренняго воздуха. Полное прекращеніе обѣихъ воздуха наступитъ лишь тогда, когда подошва, стѣнки и крыша пещеры получать температуру наружнаго воздуха.

Надо имѣть, кромѣ того, въ виду, что и послѣ прекращенія обѣихъ между наружнымъ воздухомъ и воздухомъ внутри пещеры, происходитъ еще перемѣщеніе воздуха въ пещерѣ (замкнутый токъ), такъ какъ воздухъ оказывается болѣе нагрѣтымъ надъ нижней частью подошвы по сравненію съ верхней, кромѣ того онъ болѣе нагрѣтъ на одной и той же горизонтальной плоскости въ точкахъ соприкосновенія съ потолкомъ по сравненію съ точками у подошвы. Это перемѣщеніе теоретически можетъ закончиться только тогда, когда установится полное температурное равновѣсіе между заключеннымъ въ пещерѣ воздухомъ и окружающей его горной породой, и воздухъ будетъ расположенъ согласно его плотностямъ, т.-е. внизу наиболѣе холодный, а наверху болѣе теплый. Такое идеальное состояніе въ дѣйствительности никогда не устанавливается, такъ какъ имѣется цѣлый рядъ факторовъ, нарушающихъ температурное равновѣсіе въ разныхъ частяхъ пещеры, среди которыхъ немаловажная роль принадлежитъ просачивающейся водѣ.

Если теперь температура наружнаго воздуха сдѣлается выше температуры воздуха внутри пещеры, то наружный воздухъ, теоретически, не можетъ проникнуть туда вследствие своей меньшей плотности. Въ дѣйствительности, однако, ни одну пещеру нельзя представлять герметически замкнутой со всѣхъ сторонъ, кромѣ входа, такъ какъ иначе она должна бы была въ концѣ-концовъ заполниться стекающей въ нее водой. Всегда, слѣдовательно,

имѣются хотя бы узкіе трещины и ходы, позволяющіе воздуху опускаться далѣе и выходить наружу гдѣ-либо въ другомъ мѣстѣ. Вслѣдствіе этого происходитъ медленное осыданіе болѣе холоднаго воздуха въ пещерѣ и проникновеніе въ нее въ небольшомъ количествѣ воздуха извнѣ. Однако, этотъ процессъ играетъ настолько второстепенную роль, что, по Краммеру, его фактически нигдѣ не удалось обнаружить.

Такимъ образомъ, въ лѣтнее время температура воздуха въ такихъ мѣлкообразныхъ пещерахъ должна быть значительно ниже температуры наружнаго воздуха и ниже средне-годовой температуры мѣстности.

Нагрѣваніе воздуха въ пещерѣ, вслѣдствіе отсутствія тяги, можетъ происходить въ лѣтнее время только: 1) отъ проникающей извнѣ въ пещеру черезъ входное стѣеніе или просачивающейся по трещинамъ въ нее воды, 2) отъ конденсациі паровъ, и 3) вслѣдствіе геотерміи.

Необходимо подчеркнуть, что причина низкихъ температуръ въ такихъ пещерахъ объясняется не *единичнымъ опусканіемъ холоднаго воздуха въ пещеру, а отнятіемъ въ теченіе продолжительнаго времени теплоты у горной породы и ея переохлажденіемъ въ зимнее время.*

Въ самомъ дѣлѣ, въ случаѣ если бы источникомъ холода въ пещерѣ былъ исключительно холодный воздухъ, опустившійся въ пещеру и не могущій изъ нея выйти, то достаточно было бы поступленія въ пещеру въ болѣе или менѣе значительномъ количествѣ просачивающейся черезъ потолокъ воды или атмосферныхъ осадковъ черезъ входное отверстіе, чтобы замѣтно повысить температуру въ пещерѣ. Въ дѣйствительности же происходящее въ этомъ случаѣ приращеніе тепла воздуха въ пещерѣ идетъ на нагрѣваніе горной породы, и температура воздуха не повышается сколько-нибудь замѣтнымъ образомъ.

Далѣе, если бы не было постоянного обмѣна тепла между горной породой и воздухомъ внутри пещеры, то мы могли бы рассчитывать найти не только зимой, но и лѣтомъ, въ пещерѣ температуру близкую въ самой низкой температурѣ, которая была за зиму снаружи. На самомъ дѣлѣ, какъ мы уже видѣли, зимой температура воздуха въ пещерѣ выше, чѣмъ самая низкая температура наружнаго воздуха, а въ теченіе лѣта происходитъ даль-

нѣйшее нагрѣваніе воздуха въ пещерѣ, такъ какъ изъ глубины горной породы идетъ токъ тепла, постепенно повышающій температуру стѣнокъ пещеры, которыя, въ свою очередь, вступаютъ въ тепловой обменъ съ воздухомъ пещеры.

Толща горной породы, принимающая участіе въ этомъ тепловомъ обменѣ, ограничивается въ глубинѣ нейтральнымъ слоемъ, т.-е. слоемъ постоянной температуры.

Эта почвенная теплота является главнымъ источникомъ тепла для пещеры въ теченіе теплаго періода. Въ пользу такого толкованія Краммеръ приводитъ то обстоятельство, что возрастаніе температуры внутри пещеры происходитъ быстрее всего именно при началѣ теплаго періода, когда температурный градиентъ изъ глубины къ пещерѣ наиболѣе значителенъ ¹⁾.

Вторымъ источникомъ тепла для пещеры является поступающая въ нее извнѣ вода какъ черезъ трещины въ потолкѣ, такъ и черезъ входное отверстіе.

Пока температура горной породы ниже 0°, просачиваніе воды не можетъ имѣть мѣста, такъ какъ вода, проникая съ поверхности въ трещины, замерзаетъ тамъ. Такимъ образомъ, всякая капель въ пещерѣ отсутствуетъ. Но когда, съ наступленіемъ болѣе теплаго періода, температура въ прышѣ пещеры достигнетъ 0°, поступающая съ поверхности болѣе теплая вода обуславливаетъ таяніе льда въ трещинахъ и сама охлаждается до 0°. Только послѣ того, какъ растаетъ весь ледъ въ трещинахъ крыши, горная порода нагрѣется выше 0°, и температура просачивающейся воды также уже не будетъ опускаться ниже 0°. Съ этого момента и до начала слѣдующаго холоднаго періода температура просачивающейся воды все время будетъ повышаться. Такъ какъ просачивающаяся вода проникаетъ черезъ крышу пещеры, которая болѣе тепла, чѣмъ подошва, то ея паденіе способствуетъ нагрѣванію подошвы, а, слѣдовательно, и всей пещеры. Въ зависимости отъ количества снѣга, а въ особенности дождя въ лѣтній періодъ, этотъ источникъ тепла является то болѣе, то менѣе значительнымъ. Во всякомъ случаѣ, такъ какъ теплоемкость воды, по сравненію съ теплоемкостью воздуха и горной породы, велика, то этимъ источникомъ тепла нельзя пренебрегать.

¹⁾ Crammer, *ibidem*, стр. 51—56.

Еще большее количество тепла доставляют пещерѣ дождевыя воды, непосредственно падающія въ пещеру или стекающія въ нее через входное стверстіе, такъ какъ онѣ не охлаждаются во время просачиванія. Въ началѣ теплаго періода, когда температура пещеры еще ниже 0° , нагрѣваніе ея можетъ происходить также отъ замерзанія воды и конденсаціи паровъ. Просачивающаяся вода падаетъ на дно пещеры, охлаждается и замерзаетъ, выдѣляя свободную теплоту. Этотъ источникъ тепла прекращается, какъ только температура въ пещерѣ подымается выше 0° .

Иногда въ пещерахъ мѣшкообразной формы наблюдается въ теплый періодъ образованіе инея. Благодаря просачивающейся водѣ температура воздуха въ пещерѣ повышается сравнительно съ температурой стѣнокъ, а такъ какъ воздухъ въ пещерѣ, какъ показали наблюденія ¹⁾, близокъ къ насыщенію или насыщенъ парами, то часть ихъ выдѣляется въ видѣ инея.

Посмотримъ теперь, каково распредѣленіе температуры въ мѣшкообразныхъ пещерахъ въ теплый періодъ. Общимъ правиломъ является убываніе температуры внизъ ²⁾, такъ какъ только при такихъ условіяхъ возможно равновѣсіе воздуха въ пещерѣ. Пока мѣсть такъ сохраняется ледъ, температура около скопленій льда не можетъ подняться много выше 0° , такъ какъ теплота тратится на таяніе льда. Обычно наблюдается болѣе низкая температура весной и постепенное, сначала болѣе быстрое, а потомъ болѣе медленное повышеніе ея къ осени.

Низкія температуры обуславливаются, какъ мы видѣли, токомъ холоднаго воздуха въ теченіе зимняго періода, или вообще холодныхъ періодовъ, при чемъ воздухъ отпикаетъ тепло у горной породы, которая, такимъ образомъ, и является источникомъ холода для слѣдующаго теплаго періода. Если температура снаружы зимой опускается значительно и въ теченіе продолжительнаго времени ниже 0 , то нѣтъ ничего удивительнаго, что въ пещерахъ мѣшкообразной формы въ началѣ лѣта или даже въ теченіе всего года температура не поднимается выше 0 , а если, къ тому же, въ пещеру поступаетъ вода, то неминуемо должно образоваться ледъ. При такихъ условіяхъ болѣе загадочнымъ является отсут-

¹⁾ Stammer, *ibidem*, стр. 58.

²⁾ (Напр. распредѣленіе температуръ въ пещерѣ Большой Бузукъ 12 июля 1911 г., смотр. стр. 237).

ствіе льда въ пещерѣ мѣшкообразной формы, чѣмъ его сохраненіе въ теченіе лѣта.

Точныя термическія наблюденія въ разныхъ пещерахъ показали, что зимой въ пещерѣ холоднѣе, чѣмъ лѣтомъ. Температура въ ней повышается и падаетъ согласно температурѣ наружнаго воздуха, при чемъ, однако, зимой, когда имѣетъ мѣсто тяга воздуха, эти колебанія происходятъ гораздо явственнѣе, тогда какъ лѣтомъ колебанія температуры наружнаго воздуха могутъ и оцѣмъ не отражаться въ глубинѣ пещеры, гдѣ происходятъ лишь медленное повышеніе температуры.

Весьма распространенное мнѣніе, что лѣтомъ въ пещерахъ-ледникахъ холоднѣе, чѣмъ зимой, совершенно не выдерживается критикѣ и объясняется лишь ощущеніемъ относительной разности температуръ между наружнымъ воздухомъ и воздухомъ въ пещерѣ. Лѣтомъ въ пещерѣ холоднѣе, чѣмъ снаружѣ, отсюда—ощущенію холода; зимой теплѣе, отсюда—ощущенію относительной теплоты.

Наиболѣе благоприятный сезонъ для образованія льда — это весна (и начало лѣта), но отнюдь не отъ того, что въ это время въ пещерѣ происходитъ особенно сильное охлажденіе, а отъ того, что въ это время наиболѣе благоприятныя условія для поступленія извнѣ воды въ пещеру, тогда какъ зимой, если морозъ не прерывается продолжительной оттепелью, вода совершенно не можетъ проникнуть въ пещеру. Зимой также нѣтъ условій для образованія инея и кристаллическаго снѣга въ самой пещерѣ, такъ какъ въ это время въ пещерѣ относительно теплѣе, чѣмъ снаружѣ, и поэтому притекающій въ пещеру воздухъ нагревается и удаляется отъ точки насыщенія. Отсюда сухость, которая царитъ въ это время въ пещерѣ, и сильное исорзеніе, производимое тягой воздуха. Это испареніе способствуетъ охлажденію пещеры, но не является главной причиной, такъ какъ количество теплоты, отнимаемой проникающимъ воздухомъ у горной породы, неизмѣримо болѣе, чѣмъ то, которое затрачивается на испареніе. Кромѣ того, въ нѣкоторыхъ пещерахъ зимой можетъ совершенно отсутствовать матеріалъ для испаренія.

Высказываемое нѣкоторыми изслѣдователями мнѣніе, что охлажденіе пещеръ происходитъ лѣтомъ вслѣдствіе испаренія, совершенно неприменимо къ замкнутымъ мѣшкообразнымъ пещерамъ:

1) въ такихъ пещерахъ лѣтомъ не бываетъ тяги воздуха, 2) относительная влажность, какъ показали наблюденія, равна 100%, за исключеніемъ части пещеры около входа, гдѣ она, впрочемъ, также велика.

При такой высокой влажности воздуха въ пещерѣ испареніе, если вообще и можетъ происходить, то только въ ничтожныхъ размѣрахъ, и теплота, затрачиваемая на испареніе, не можетъ, слѣдовательно, быть причиной низкихъ лѣтнихъ температуръ. Все вышесказанное приводитъ насъ къ выводу, что главной причиной холода въ мѣшкообразныхъ пещерахъ является земляная масса воздуха.

Образованію и сохраненію льда могутъ, однако, способствовать нѣкоторые второстепенныя обстоятельства: 1) ширина входа въ пещеру, благодаря чему зимой холодный воздухъ въ большихъ массахъ проникаетъ въ пещеру и тѣмъ способствуетъ быстрому ея охлажденію (кромя того, при широкомъ входѣ, въ пещеру легче можетъ заноситься въ большомъ количествѣ снѣгъ, таяніе котораго потребуетъ большого расхода тепла, вслѣдствіе чего возрастаетъ шансъ на сохраненіе льда и снѣга до наступленія слѣдующаго холоднаго періода до поздней осени); 2) большая длина и глубина пещеры, съ возрастаніемъ которыхъ усиливается тяга воздуха въ зимнее время. Но, съ другой стороны, глубина пещеры не должна быть чрезмерно велика, такъ какъ иначе охлажденіе воздуха въ пещерѣ тягой будетъ компенсироваться болѣе быстрымъ притокомъ теплоты изъ глубины земли.

Теперь перейдемъ къ рассмотрѣнію температурныхъ условій пещеръ, имѣющихъ два или нѣсколько входовъ, расположенныхъ на разной высотѣ и принадлежащихъ, слѣдовательно, къ типу „Windföhren“. Въ простѣйшемъ случаѣ такая пещера представляеть наклонную трубу съ верхнимъ и нижнимъ входными отверстиями. Если температура наружнаго воздуха понижается и сдѣлается ниже температуры горной породы и воздуха внутри пещеры ($T_h < T_r$), то воздухъ, наполняющій пещеру, будучи теплѣе и легче воздуха наружнаго, станетъ выходить изъ пещеры черезъ верхнее отверстие, при чемъ здѣсь при благоприятныхъ условіяхъ (если воздухъ содержитъ много паровъ) образуется туманъ. Это отверстие какъ-бы дышитъ. Холодный и болѣе плотный наружный воздухъ, наоборотъ, притекаетъ черезъ нижнее отверстие къ пе-

щери, постепенно вытѣсняя изъ пещеры теплый воздухъ. Въ пещерѣ онъ нагрѣвается и снова поднимается вверхъ, такъ что тяга воздуха по пещерѣ отъ нижняго къ верхнему отверстію будетъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока температуры внутри и снаружи не сравняются. (См. схему IIIa).

Въ случаѣ длительного пониженія температуры наружи, эта тяга (назовемъ ее, какъ Листовъ, тягой минусъ,—) будетъ продолжаться не только все это время, но и въ теченіе нѣкотораго промежутка времени послѣ того, какъ паденіе наружной температуръ прекратилось, такъ какъ воздухъ еще нѣкоторое время продолжатъ на-

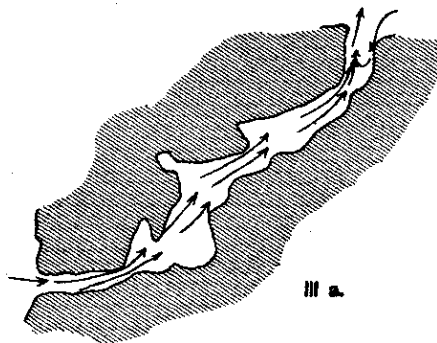


Рис. 101.

грѣваться внутри пещеры, отнимая тепло отъ горной породы, составляющей стѣнки пещеры. Благодаря тягѣ —, происходитъ значительное охлажденіе горной породы, при чемъ это послѣднее будетъ уменьшаться отъ входнаго къ выходному отверстію, такъ какъ воздухъ въ пещерѣ нагрѣвается тѣмъ болѣе, чѣмъ дальше онъ находится въ соприкосновеніи съ горной породой; при входѣ воздухъ наиболѣе холодеетъ, и разность температуръ воздуха и горной породы здѣсь наибольшая, поэтому количество теплоты, которое отдаетъ горная порода, здѣсь будетъ наибольшее, дальше вверхъ по пещерѣ эта разность, а вмѣстѣ съ тѣмъ и отдача теплоты горной породой уменьшаются. Въ результатъ этого, нижнее входное отверстіе и прилегающая къ нему часть пещеры бу-

дутъ охлаждены сильнѣе всего, въ особенности около подошвы ношеры. Тяга воздуха будетъ быстрѣе всего у верхняго входнаго отверстія, такъ какъ здѣсь существуетъ наибольшая разность температуръ, а, слѣдовательно, и плотностей воздуха. Въ силу этого, какъ полагаетъ Крамеръ,¹⁾ выходящій здѣсь воздухъ занимаетъ не весь просвѣтъ входнаго отверстія, а довольствуется только его верхней частью. Благодаря этому наружный тяжелый воздухъ можетъ на нѣкоторое небольшое разстояніе проникнуть черезъ верхнее отверстіе въ пещеру, но онъ здѣсь быстро нагревается и выходитъ наружу съ общимъ потокомъ воздуха (схема IIIa).

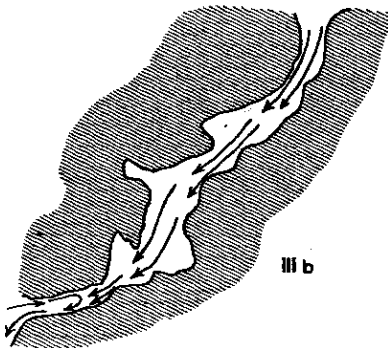


Рис. 102.

Если теперь снаружи сдѣлается теплѣе, чѣмъ въ пещерѣ, то воздухъ, находящійся внутри пещеры, вслѣдствіе своей большей плотности, станетъ вытекать изъ пещеры черезъ нижнее отверстіе, а черезъ верхнее будетъ всасываться наружный воздухъ. Этотъ воздухъ будетъ отдавать теплоту горной породѣ, вслѣдствіе

этого сдѣлается самъ холоднѣе и тяжелѣе, чѣмъ наружный воздухъ и также выйдетъ черезъ нижнее отверстіе пещеры. Такая нисходящая тяга воздуха (Листовъ называетъ ее тягой $-$) будетъ продолжаться и послѣ полного вытѣсненія холоднаго воздуха изъ пещеры и вмѣстѣ его наружнымъ и прекратится лишь тогда, когда воздухъ внутри и снаружи получитъ одинаковую температуру.

Результатомъ тяги $+$ будетъ нагреваніе горной породы наиболѣе значительное при верхнемъ отверстіи, наименьшее при нижнемъ, куда воздухъ проникаетъ уже значительно охлажденнымъ. Такимъ образомъ, наибольшая разность температуръ между наружнымъ и

¹⁾ Крамеръ, *ibidem*.

внутренним воздухом будет существовать у нижнего отверстия пещеры, и здесь скорость течения будет наибольшая, при чем, как полагает Краммеръ, вытекающий воздух не займет всего поперечника, а только подопву пещеры. Вследствие этого на ограниченномъ протяжении теплый воздух здесь будет подниматься вверхъ вдоль крыши пещеры и, охладившись отъ соприкосновения съ горной породой, опускаться внизъ и вытекать вмѣстѣ съ главнымъ потокомъ (смотри схему IIIb).

Мы видимъ, что какъ во время холоднаго, такъ и во время теплаго періода (при тягѣ — и при тягѣ +) температура пещеры понижается отъ верхняго входа къ нижнему. Ясно, кромѣ того, что такія проходныя пещеры менѣе благоприятны для сохраненія въ нихъ льда въ лѣтнее время, такъ какъ, кромѣ источника теплоты, общихъ съ мѣшкообразными пещерами, здесь происходитъ еще нагреваніе горной породы, въ которую заключены пещеры, тягой + воздуха. Наибольшее охлажденіе будетъ, во всякомъ случаѣ, недалеко отъ нижняго входа въ пещеру, что въ дѣйствительности и наблюдается, напримѣръ въ Кунгурской пещерѣ, гдѣ холодный воздухъ лѣтомъ съ большою силою вытекаетъ изъ входа въ пещеру, и уже у самаго входа температура опускается ниже 0° , а наибольшія скопленія снѣга и льда находятся въ ближайшихъ къ входу камерахъ пещеры.

Большая или меньшая степень охлажденія такихъ пещеръ, съ двумя входами, зависитъ отъ очень многихъ причинъ, полного анализа которыхъ мы не въ состояніи здѣсь дать, а укажемъ только на нѣкоторые. Такъ какъ охлажденіе (зимой) и нагреваніе (лѣтомъ) горной породы, а, слѣдовательно, и пещеры, зависятъ отъ тяги воздуха, то, естественно, всѣ причины, усиливающія тягу —, будутъ содѣйствовать охлажденію пещеры ниже средней годовой температуры мѣстности, и, наоборотъ, всѣ причины, усиливающія тягу +, содѣйствовать нагреванію ея выше средней годовой температуры. Большіе морозы и значительная продолжительность холоднаго времени, по сравненію съ лѣтними максимумами и продолжительностью теплаго времени года, являются, слѣдовательно, благоприятными моментами для превращенія пещеры въ пещеру-ледникъ. Благоприятнымъ моментомъ является также значительная длина пещеры. Мы видели, что наибольшее охлажденіе происходитъ всегда у нижняго отверстия пещеры, гдѣ, съ

одной стороны, зимой наиболее холодный воздух соприкасается съ горной породой пещеры, а, съ другой, лѣтомъ воздухъ достигаетъ этого мѣста уже значительно охлажденнымъ и, поэтому, уже мало отдастъ тепла горной породѣ; естественно, что чѣмъ больше будетъ пробѣгъ теплаго воздуха по пещерѣ, тѣмъ болѣе охлажденнымъ онъ окажется у нижняго выхода изъ нея.

Судя, далѣе, по математическому анализу этой проблемы инженеромъ Боккомъ¹⁾, однимъ изъ важнѣйшихъ моментовъ, содѣйствующихъ значительному охлажденію пещеръ типа „Windröhren“ является форма пещеры. Именно, охлажденіе происходитъ сильнѣе всего въ томъ случаѣ, если пещера представляеть вполне горизонтальный или близкій къ горизонтальному ходъ, съ одной или нѣсколькими, впадающими въ него сверху вертикальными шахтами. При этомъ, чѣмъ уже эти послѣднія, тѣмъ условія благоприятнѣе для охлажденія. Фактическое подтвержденіе вывода Бокка даютъ наблюденія надъ пещерами, приведенныя у этого автора, а также и надъ Кунгурской пещерой, въ потолкахъ которой открываются нѣсколько органовъ или трубъ, черезъ которые опускается сильная тяга воздуха.

Какъ извѣстно, весьма распространенъ взглядъ, что охлажденіе въ пещерахъ съ двумя отверстіями происходитъ въ лѣтнее время благодаря испаренію, поддерживаемому сильной тягой воздуха. Мы уже указали, что сама по себѣ тяга воздуха зимой является причиной охлажденія; теперь попытаемся доказать, что испареніе въ процессъ охлажденія, если и играетъ, то самую второстепенную роль. Зимой, когда черезъ пещеру проникаетъ холодный воздухъ и нагревается въ ней, дѣйствительно можетъ происходить испареніе, а, слѣдовательно, и охлажденіе этимъ путемъ пещеры, но теплота, затрачиваемая на испареніе, значительно меньше той, вторую часть силы протекающему холодному воздуху.

Напротивъ того, лѣтомъ въ пещерѣ холоднеѣе, чѣмъ снаружки, проникающій въ пещеру воздухъ охлаждается и приближается къ насыщенію; относительная влажность близка или равно 100. Поэтому имѣются скорѣе условія, благоприятныя къ конденсациі паровъ. Даже если мы примемъ очень значительную сухость воздуха,

¹⁾ Смотри Hermann Bock, Georg Lahner und Gustav Gannersdorfer, Höhlen im Dachstein, Graz 1913.

напр., относительную влажность равной 20¹⁾, при температурѣ наружнаго воздуха + 20°, то количество граммовъ пара въ 1 куб. метрѣ воздуха равно $\frac{20.17,15}{100} = 3,43$ гр. Если въ это время въ пещерѣ тем-

пература воздуха равна 0, выше 0 она и не можетъ быть если въ пещерѣ сохраняется ледъ, то максимальное количество паровъ, которое можетъ содержаться въ одномъ куб. метрѣ воздуха = 4,9 грам. Следовательно, испариться можетъ всего 4,9 — 3,43 = 1,47 грам. На это потребуется 849,1 малыхъ калорий, которые будутъ отняты у горной породы. Охлаждение же воздуха отъ + 20° до 0° дастъ горной породѣ 5301,3 мал. калорий. Очевидно, что испарение не можетъ быть причиной охлаждения пещеры, а можетъ только его поддерживать. Въ данномъ примѣрѣ мы, кромѣ того, приняли минимальную относительную влажность; при большей же влажности наружнаго воздуха условія слагаются въ пользу конденсаціи паровъ, которая въ лѣтнее время, дѣйствительно, и происходитъ въ пещерахъ, отчего и стѣнки и дно пещеры бываютъ обыкновенно сырыя. Очень часто эта конденсація даетъ прямо снѣгъ или иней; хлопья спавшихся кристалловъ снѣга описываются всѣми изслѣдователями Кунгурской пещеры, очень часто на стѣнкахъ пещеры наблюдается также осыданіе иней.

Этими общими соображеніями мы и закончимъ разсмотрѣніе условій превращенія пещеры въ пещеру-ледникъ. Въ дѣйствительности пещеры могутъ иногда представлять комбинацію различныхъ разсмотрѣнныхъ нами типовъ, соответственно чему значительно усложняется и выясненіе ихъ термическихъ условій.

Выводы изъ этой главы сводятся въ слѣдующему:

- 1) Наиболее благоприятныя условія для образованія и сохраненія льда имѣются въ пещерахъ иѣшнообразной формы.
- 2) При особенно благоприятныхъ условіяхъ ледъ можетъ сохраняться лѣтомъ также въ проходныхъ пещерахъ (съ двумя или нѣсколькими входами).
- 3) Этими благоприятными условіями являются: а) значительными и продолжительными пониженіями температуры ниже 0° зимой, б) умеренная и ровная температура лѣтомъ, в) значительная длина пе-

¹⁾ Для сравненія приводимъ среднюю относительную влажность лѣтомъ: въ Вятѣ 76, въ Петербургѣ въ июлѣ 72, въ Западной Сибири и Туркестанѣ 45—50.

щеры, д) форма пещеры въ видѣ горноскатнаго хода съ вертикальными, ведущими вверхъ шахтами.

4) Пещеры съ однимъ входомъ, обращенныя замкнутымъ концомъ вверхъ, принадлежатъ къ категоріи теплыхъ.

5) Главной причиной охлажденія, обуславливающаго образованіе и сохраненіе льда въ пещерахъ, является тяга холоднаго воздуха зимой, отнимающая теплоту у горной породы. Этотъ послѣдній выводъ по отношенію къ мѣшкообразнымъ мпсходящимъ пещерамъ можетъ быть формулированъ и иначе: охлажденіе происходитъ въ результатъ сохраненія зимняго холода горной породой.

6) Испареніе, хотя и можетъ содѣйствовать процессу охлажденія, но является второстепеннымъ факторомъ.

XIII.

Температура воздуха и воды въ пещерахъ и въ источникахъ.

Многочисленныя наблюденія надъ температурой воздуха и воды въ пещерахъ, а также температурой источниковъ въ карстѣ (такіхъ наблюденій уже имѣется нѣсколько тысячъ) позволили Мартелю формулировать слѣдующіе законы ¹⁾.

1) Вліяніе внѣшняго воздуха на температуру воздуха въ пещерахъ болѣе значительно, чѣмъ обыкновенно полагаютъ. Колебанія температуры внѣшней атмосферы связываются подъ землей на значительную глубину, правда, въ уменьшенномъ размѣрѣ.

2) Температура воздуха въ пещерахъ не постоянна.

3) Она не одинакова въ разныхъ частяхъ одной и той же пещеры.

4) Температура воды въ пещерахъ подвержена тѣмъ же варіаціямъ и различіямъ, какъ и температура воздуха.

5) Температура воздуха и воды въ пещерахъ часто неодинакова.

6) Проникающія съ поверхности въ пещеру рѣки обуславливаютъ значительныя варіаціи температуры въ теченіе года и даже въ теченіе дня, правда меньшія, чѣмъ годовыя или суточные колебанія наружнаго воздуха.

¹⁾ Смортъ E. A. Martel. Les Abîmes. стр. 562; La Spéléologie, стр. 86; L'évolution souterraine, стр. 136. Grund. Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges, стр. 151.

7) Средняя температура воды источников, по большей части, не равна средней годовой температуре воздуха данного места.

Причинами, нарушающими геотермические законы и правильное распределение температуры в глубинах, являются: 1) трещиноватость известняка, облегчающая проникновение в глубину наружного воздуха, в особенности холодного, зимнего воздуха, который должен скопиться в нижних частях шахты и пещеры. В этом отношении очень важна форма пещеры. Естественная шахта и пещеры мшикообразной формы особенно благоприятны для застоя в них холодного зимнего воздуха или, выражаясь точнее, для переохлаждения их ниже средней годовой температуры места. 2) Вторым фактором, нарушающим правильное изменение температуры с глубиной, является влияние воды, проникающей в пещеру, при чем это влияние сказывается различным образом. Протекающая в пещерах грунтовая вода питается водой, просачивающейся во трещинах, часто с высоко расположенных мест и, потому, достигающей глубины с низкой температурой. Далее, проникающая в глубину с поверхности реки вносит сюда все вариации наружного воздуха. Охлаждению способствует также испарение воды в пещеру. Нарушение геотермии находится в зависимости также от степени трещиноватости; чем она больше, тем вместе тем трещины и пустоты, тем больших нарушений мы должны ожидать, в виду более легкого доступа в глубину воздуха и поверхностных вод.

Если бы пустоты составляли значительную часть горной породы, то вся собственная теплота должна бы была расходоваться в глубинах на нагревание холодного воздуха, а в верхних слоях было бы мало заметно влияние собственной теплоты земли. Мы имеем бы в этом случае очень глубокое залегание слоя, с которого начинается геотермия, над ним слой с низкими температурами и толщу горной породы значительной мощности, обнаруживающую годовые колебания. Наоборот, при малой трещиноватости нарушение геотермии будет сказываться не в столь значительной степени, так как собственная теплота земли может проводиться в этом случае по цельной, неповрежденной горной породе в обход подземных напавов, наводненных холодным воздухом и грунтовой водой. То обстоятельство, что законы геотермии в пещерах хотя и нарушены, но не в столь

значительной степени, какъ этого можно было бы ожидать, говорить, по мнѣнію Грунда, въ пользу незначительной трещиноватости известняковъ въ карстовыхъ странахъ.

Многочисленные цифровыя данныя, подтверждающія это положеніе можно найти у Мартеза, въ „Les Abîmes“, стр. 561, у Грунда, въ его „Morphologie“, у Краммера въ „Eishöhlen und Windröhren-Studien“, въ журналѣ „Speleus“ и т. д. Поэтому я останавливаюсь только на нѣкоторыхъ деталяхъ и примѣрахъ изъ Крымскаго карста.

Въ естественныхъ и эрозіонныхъ шахтахъ, а также въ пещерахъ, имѣющихъ форму вѣшка, дѣломъ наблюдается азатермія, т.-е. температура возрастаетъ вверху, зимой, катотермія, напр., въ шахтѣ Качна-Яма:

	t лѣтомъ.	t зимой.
на глубинѣ 70 м.	+ 9°	— 1°0
„ 100 „	+ 5°, + 7°	+ 1°2
„ 213 „	+ 5°	+ 2°1

Большая часть естественныхъ шахтъ, изслѣдованныхъ Мартеземъ, относится къ тому же типу. То же самое наблюдается, какъ это мы видѣли въ предыдущей главѣ, въ пещерахъ-ледникахъ.

Распределеніе температуры во всѣхъ этихъ случаяхъ зависитъ, слѣдовательно, отъ проникновенія въ глубину холоднаго, зимняго воздуха, но, кромѣ того, также и отъ загрѣванія собственной теплотой земли.

Въ эрозіонныхъ шахтахъ значительной глубины, состоящихъ изъ сложной сѣти узкихъ горизонтальныхъ и вертикальных ходовъ, правильность распределенія температуры иногда нарушается, такъ какъ суженія каналовъ затрудняютъ циркуляцію воздуха и вызываютъ нѣстные минимумы и максимумы температуръ, какъ это, напримѣръ, наблюдалось въ Требичскомъ гротѣ.

Глубина.	t 25 июля 1897 г. 11—13 рм.	t 3 янв. 1897 г. 4—6 рм.
о (внѣшній воздухъ)	9°0	1°5
5 м.	20°0	7°0
25 „	17°0	10°0
50 „	17°0	10°5
75 „	15°0	13°0
100 „	15°5	14°5
125 „	16°0	13°0
150 „	16°0	13°0

Глубина.	t 25 июля 1897 г. 11—13 pm.	t 3 авг. 1897 г. 4—6 pm.
200 м.	15°0	14°5
273,5 м.	14°5	12°0
320 м. надь водой	14°5	12°0
Температура воды	15°0	8°.

Здѣсь наиболѣе суженныя части находятся на глубинахъ въ 100 и 200 м. Слѣдуетъ отмѣтить минимумъ температуры на глубинѣ 75 м. лѣтомъ, вызываемый мѣлкообразнымъ расширеніемъ здѣсь грота, въ которомъ скопляется холодный воздухъ, стовъ котораго въ глубину затрудненъ нѣбьющимся ниже суженіемъ ¹⁾.

Въ общемъ, однако, измѣненіе температуры въ вертикальномъ направленіи слѣдуетъ правилу, т.-е. убываетъ съ глубиной лѣтомъ и возрастаетъ зимой. Пониженіе температуры зимой между глубинами 200—320 м. объясняется охлаждающимъ вліяніемъ воды. И зимой и лѣтомъ температура Требичнаго грота въ глубинѣ сразнительно слишкомъ высока, что объясняется затрудненной циркуляціей воздуха и вліяніемъ собственной теплоты земли.

Что касается различія температуръ воздуха и воды въ пещерахъ, то обыкновенно воздухъ нѣсколько теплѣе воды, напр.:

	t воздуха.	t воды.
Качча-Има	11°8	11°5
Grotte de Tindul имъ, 1891 г.	11°	10°5
" " " 9 июля, 1893 г.	12°3	11°8
" de Balme	11°8	11°4

Это объясняется тѣмъ, что грунтовая вода охлаждена холодной водой, поступающей къ нимъ съ большой высоты.

Однако нерѣдки примѣры и обратнаго отношенія, въ особенности, когда въ пещерѣ протекаетъ рѣка, только что поглощенная пещерой. Такъ, въ галлерей, по которой протекаетъ рѣка Пойкъ, были отмѣчены температуры

	t воздуха.	t воды.	t наружнаго воздуха.
11 сент. 1850 г. въ 900 м. отъ входа	12°9	13°9	13°9
9 сент. 1850 г. „ 600 „ „ „	13°1	14°	—
16 сент. 1893 г. „ 2000 „ „ „	14°	16°	—
27 сент. 1893 г. (Черная Яма)	11°	12°3	12°8
27 сент. 1893 г. (Бѣлая Яма)	10°6	12°2	—

¹⁾ Boegan, Le sorgenti d'Aurissina, стр. 92.

Воды поглощенных рѣкъ, кромѣ того, обнаруживаютъ обыкновенно болѣе значительныя колебанія температуры, чѣмъ источники, питаемые грунтовой водой.

Но и температура источниковъ также подвержена колебаніямъ и, обычно, ниже средней годовой температуры мѣстности; такъ, средняя годовая температура источника Воклюзъ за періодъ 1876—92 г. была 12°, тогда какъ средне-годовая температура воздуха за этотъ же періодъ 14°,05, т.-е. на 1°,31 выше. Для отдѣльных годовъ имѣются слѣдующія данныя ¹⁾.

годъ.	t воздуха.	t источника.	разность.	Источникъ, откуда заимствованы цифры.
1881	18°,4	13°,7	+ 6°,7	Добръ.
1886	16°,4	13°,2	+ 3°,2	Марсель.
1892	16°,0	13°,7	+ 2°,3	Марсель. Les Abimes, стр. 558.
1893	18°,2	13°,2	+ 5°,0	Spelunca II, стр. 38.
1893	16°,2	13°,0	+ 3°,2	Spelunca I, стр. 67.
1894	16°,7	12°,9	+ 2°,8	Spelunca II, стр. 68.
1896	16°,3	13°,0	+ 2°,3	Spelunca III, стр. 84.

Источники Симплонскаго туннеля имѣли температуры 11° и 19°, вмѣсто 35° и 38°, какъ это слѣдовало бы по законамъ геотермій. Даже на значительной глубинѣ, слѣдовательно, извѣстия остаются холодной породой вслѣдствіе сравнительно легкаго доступа въ глубину холоднаго воздуха и просачивающейся воды.

Въ этихъ температурахъ сказывается результатъ борьбы между охлажденіемъ, вносимымъ извнѣ, и собственной теплотой земли.

Среднія температуры мѣстностей, гдѣ происходитъ поглощеніе воды 3° и 5°, температуры, соответствующія геотермій 35° и 38°, наблюдаемыя температуры 11° и 19° ²⁾.

По отношенію къ источникамъ Крыма Ю. Листовымъ ³⁾ было высказано положеніе, что эти источники изотермальны, т.-е. имѣютъ постоянную температуру, соответствующую средней годовой температурѣ того мѣста, гдѣ они выходятъ.

Если бы это положеніе было вѣрно, то оно противорѣчило бы выводамъ всей литературы, посвященной наресту. Не трудно, однако, убѣдиться, что къ самому приѣмъ, при помощи котораго

¹⁾ Grimal. Morphologie, стр. 153.

²⁾ Martel. L'évolution souterraine, стр. 140.

³⁾ Ю. Листовъ. Физико-географическія изслѣдованія въ Таврическихъ горахъ. Изв. Импер. Геогр. Общества т. XXVIII.

Листовъ приходитъ къ своему заключенію, таятся источникъ ошибки. Именно, принявъ за базу среднюю годовую температуру южнаго берега Крыма и опредѣливъ ее изъ наблюдений, производившихся въ Севастополѣ, Ялтѣ и Карабахѣ, въ 12,7° на высотѣ 50 метровъ, Листовъ опредѣляетъ аэротермическій градусъ, т.-е. среднее пониженіе температуры для южнаго склона Таврическихъ горъ на каждые 100 метр., изъ сравненія температуры воздуха на южномъ берегу Крыма съ температурой ключей, находящихся на различныхъ высотахъ. Другой приемъ для опредѣленія аэротермического градуса, примѣненный также Листовымъ, заключается въ непосредственномъ сравненіи температуръ ключей, вытекающихъ на точно опредѣленныхъ высотахъ. Получивъ перамъ-приемомъ величину 0°,64, а вторымъ 0°,66, Листовъ беретъ среднее, равное 0°,65. Вотъ этой-то величиной, помножая ее на $\frac{h}{100}$ (высоту), онъ и пользуется для опредѣленія средней годовой температуры воздуха въ мѣстѣ выхода источниковъ. Само собой разумѣется, что получаются температуры, весьма близкія къ температурамъ воды въ источникахъ, такъ какъ аэротермическій градусъ выведенъ какъ разъ изъ наблюденныхъ температуръ воды источниковъ.

Мы имѣемъ, слѣдовательно „Circulus vitiosus“, равно ничего не доказывающій. Если не получилось полнаго совпаденія температуръ, то только потому, что взята средняя изъ двухъ цифръ выведенныхъ различными способами.

Обращаясь къ фактическимъ даннымъ, мы увидимъ, что температуры источниковъ, относительно которыхъ имѣются болѣе или менѣе многочисленныя наблюденія, вовсе не постоянны, хотя колебанія температуръ въ нихъ и не велики.

Такъ, для источника Аяла имѣемъ:

У Кеплена	94,1—94,4
Дюбуа де Монперѣ 1832 г.	10°
Головкинскаго	94,2
Листова, 7 сент. 1888 г. 12 h 40 pm.	94,2
Крубера, 24 іюня 1908 и 6 іюля 1913 г.	94 — 89,2
Двойченко отъ 10 мая по 6 іюля 1904 г.	94,2 (minimum)—104,8 (maximum).

П. А. Двойченко производилъ ежедневныя наблюденія отъ 10 мая по 31 декабря 1904 г., съ небольшимъ перерывомъ съ 6 іюля по 10 августа. Измѣренія производились отъ 10 мая по 1 іюля въ самомъ

источникъ, съ 10 августа по 29 ноября у водослива, а 29 ноября измѣренія были снова перенесены въ самый источникъ. Съ 10 августа по 31 декабря не производилось отчета десятыхъ долей градуса. Все это дѣлаетъ данныя Двойченко мало пригодными для вывода законности годового хода температуры.

Тѣмъ не менѣе мы вычертили кривыя измѣненія температуры наружнаго воздуха и температуры источника отъ одного наблюденія къ другому. Такъ какъ наблюденія производились въ разные часы дня (безъ всякаго выбора сроковъ наблюденій), то эти кривыя, конечно, въ очень малой степени пригодны для иллюстраціи измѣненія температуръ со дня-на-день и по сезонамъ, но все-таки онѣ даютъ понятіе: 1) о размѣрахъ колебаній температуры источника, 2) о соотношеніи между измѣненіями температуры воздуха и температуры источника. Болѣе надежными являются наблюденія отъ 10 мая по 1-е іюля, когда они производились въ самомъ источникѣ и отсчитывались 10-ми доли градуса. Мы видимъ, что ходъ температуры источника почти соответствуетъ ходу температуры наружнаго воздуха. Только въ двухъ, трехъ случаяхъ паденіе температуры воздуха или его повышеніе не вызываетъ соответствующихъ измѣненій въ источникѣ. Такое соотношеніе въ ходѣ температуръ доказываетъ, что внѣшній воздухъ имѣетъ возможность вліять на температуру воды источника. На нашъ взглядъ, сравнительно незначительная глубина залеганія подземныхъ каналовъ, около ихъ выхода на поверхность въ тротуѣ источника, является главной причиной такой слабой защищенности источника отъ воздѣйствія наружнаго воздуха. Максимумъ температуры за этотъ промежутокъ времени былъ 10°8, минимумъ 9°2, амплитуда, слѣдовательно, 1°6 — довольно значительная. Температура воздуха за исключеніемъ 13-го мая, 3 ч. по полудни и 15 мая, 7 ч. вечера была постоянно выше температуры источника.

Въ періодъ времени отъ 6 августа по 30 декабря не дѣлалось стеченовъ десятыхъ долей градуса; поэтому естественно, что кривыя обнаруживаютъ менѣе измѣненій и имѣютъ болѣе плавное теченіе. Температура источника колеблется между 10° и 12°.

Отъ 1 іюля до 7 октября температура источника только одинъ разъ, именно 23 сентября, оказалась выше температуры воздуха. Наиболѣе высокой температуры источникъ достигъ въ августѣ, именно

12° (14, 28 и 29 августа). Быть может, отсчеты температур за весь этот период, т.-е. от 6 авг. по 29 ноября, получились несколько преувеличенными, такъ какъ они измѣрялись у водослива, такъ что вѣтшія вліянія могли сказываться сильнѣе, повышая или понижая температуру. Однако, то обстоятельство, что температуры и въ теченіе ноября, когда она измѣрялась у водослива, и въ теченіе декабря, когда она измѣрялась въ источникѣ, оказалась все время равной 10°, показываетъ, что это вліяніе, во всякомъ случаѣ, незначительно. (Часть кривой за ноябрь опущена, такъ какъ нѣмало не были записаны температуры наружного воздуха). Начиная съ 7-го октября, температура источника все чаще оказывается выше температуры воздуха, а въ концѣ октября, въ ноябрѣ и декабрѣ это дѣлается правиломъ. Съ начала октября также уменьшаются колебанія температуры источника (10°—11°), а съ 21 октября по 31 декабря температура воды источника была равна все время 10° (безъ отчета десятыхъ долей).

Интересно сопоста-

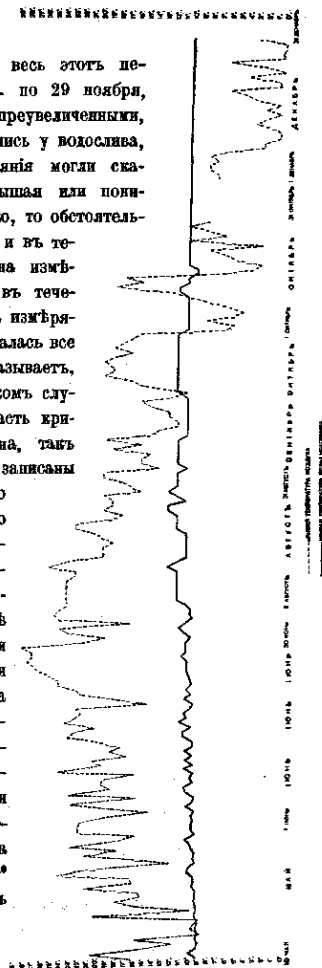


Рис. 103. Кривая измѣненій температуры воздуха и воды источника Аниа за промежутокъ времени отъ 10 мая по 31 дек. 1904 г.

вить вычисленные нами среднія мѣсячныя температуры источниковъ:

Май	9°,5
Июнь	9°,8
Июль	10°,7
Августъ	10°,7
Сентябрь	10°,2
Октябрь	10°
Ноябрь	10°
Декабрь	10°

Изъ этой таблицы видно, что наиболѣе высокая температура источника въ августѣ и въ сентябрѣ. На первый взглядъ кажется страннымъ, что температура въ октябрѣ, ноябрѣ и декабрѣ выше, чѣмъ въ маѣ и июнѣ. По всей вѣроятности, это объясняется тѣмъ, что въ маѣ и даже въ июнѣ еще таетъ снѣгъ въ естественныхъ шахтахъ и ямахъ Чатырдага и поступающія въ избытокъ черезъ трещины талыя воды понижаютъ температуру. Въ ноябрѣ и въ особенности въ декабрѣ точно также выпадаетъ снѣгъ, но большая часть его не таетъ, а остается лежать до слѣдующей весны.

Само собой разумѣется, что дѣйствительная средняя мѣсячная температура за мѣсяцы, начиная отъ августа, будетъ еще нѣсколько выше, такъ какъ не приняты десятыя доли градуса.

Приведемъ еще нѣкоторые данныя о температурахъ наиболѣе известныхъ источниковъ Крыма.

Пещерная рѣка въ пещерѣ Харамлихъ-хоба по наблюдениямъ разныхъ авторовъ имѣла температуры:

Петровъ, апрѣль 1911 г.	9°,37
Круберъ, 6 июня 1913, 12 ч. д.	9°,5
Петровъ, сентябрь 1911 г.	10°

Озеро тамъ же.

Петровъ, апрѣль 1911 г.	0°,2
Листовъ, 8 сент. 1888 г.	8°,5

Истокъ рѣки Черной.

Круберъ, 30 мая 1913 г.	9°,8
Головинскій, 28 июня	9°,8
Круберъ, 19 авг. 1912 г.	10°

Истокъ рѣки Суушъ-су.

Круберъ, 30 мая 1913 г.	9°,9
Головинскій, июль	9°,8

Истокъ Блокъ-Карау (лѣвый).

Круберъ, 7 июня 1913 г.	103,2
„ конецъ июля 1911 г.	102,4

Источникъ Савлухъ-су (въ Космодемьянскомъ монастырѣ)

Головкинскій	7 ^о ,4
Кёппенъ	7 ^о ,5

Фонтанъ въ деревнѣ Кизиль-ташъ.

Кёппенъ, 22—23 июня 1837 г.	12 ^о ,9—13 ^о ,5
Головкинскій, сентябрь	14 ^о

Источникъ Суукъ-су.

Кёппенъ, январь 1834 г.	11 ^о ,2—12 ^о ,2
„ сентябрь 1833 г.	13 ^о ,8.

Такихъ сопоставленій можно было бы привести еще цѣлый рядъ, такъ какъ у Педекаса-Головкинскаго ¹⁾ и у Кёппена ²⁾ имѣются многочисленныя наблюденія надъ температурой источниковъ. Но и приведенныхъ примѣровъ достаточно, чтобы доказать, что температура источниковъ въ Крыму *отнюдь не постоянна*.

Убѣжденіе въ ея постоянствѣ могло получиться въ силу того, что: 1) большая часть измѣреній падала на лѣтніе и осенніе мѣсяцы, 2) измѣренія почти не производились зимой и въ началѣ весны, и 3) потому что колебанія температуры не особенно велики. Въ нашей таблицѣ температуры (апрѣль—сентябрь) сопоставлены въ этомъ именно порядкѣ, и мы видимъ, что во всѣхъ источникахъ температура тѣмъ выше, чѣмъ позднѣе производилось наблюденіе. То же самое показываютъ и наблюденія Двойченко въ Аянскомъ источникѣ за періодъ времени 10 мая—1 сентября.

Что касается до среднихъ годовыхъ температуръ источниковъ, то онѣ, конечно, должны обнаруживать менѣе значительныя колебанія, но точныхъ цифръ привести мы не можемъ за неимѣніемъ продолжительныхъ наблюденій.

Сравнительно небольшія колебанія температуры въ источникахъ Крыма указываютъ на то, что воды ихъ имѣютъ въ общемъ далекое происхожденіе, что онѣ болѣе продолжительное время движутся подъ землей, чѣмъ на поверхности, и что трещиноватость

¹⁾ Головкинскій. Источники Чатырдага и Бабука. Прилож. къ отчету гидрогеолога Таврической Земской Управы за 1893 г.

²⁾ Köppen. Ueber die Temperatur von 130 Quellen der Taurischen Halbinsel. Mémoires de l'Académie des Sciences, mathem. Serie VI, t. II, p. 383—421.

(а также объемъ полостей) не особенно велики. Болѣе непостоянную температуру имѣютъ тѣ изъ источниковъ, у которыхъ водо-непроницаемый слой лежитъ неглубоко отъ поверхности.

Другое положеніе Листова, что температура источниковъ равна средней годовой температурѣ мѣстности, отчасти опровергается уже непостоянствомъ температуры источниковъ.

Но быть можетъ средняя годовая температура источниковъ соответствуетъ средней годовой температурѣ воздуха въ мѣстѣ ихъ выхода?

Однако, и этому противорѣчитъ то обстоятельство, что источники, выходящіе на болѣе низкомъ уровнѣ, имѣютъ иногда болѣе низкую температуру, по сравнению съ вышележащими.

Въ таблицѣ самаго Листова ¹⁾, включающей всего 13 источниковъ, такой противорѣчающій его выводу случай наблюдается 5 разъ:

		Дѣйствительная раз- ность температуръ	Разность темпера- туръ, которая дол- жна была бы быть по Листову.	Отклоненіе отъ кор- м.
1)	Источники Ай-Юрий 461 м.	9°9		
	" Ай-Энригъ 490 м.	10°1	— 0°2	+ 0,2
2)	" Кучукъ-Узень 512 м.	9°		
	" Парткулъ 516 м.	9°9	— 0°9	0
3)	" Шахеразъ 517 м.	9°4		
	" Ключъ-Анастасія 566 м.	9°8	— 0°4	+ 0,2
4)	" Кесканенголю 725 м.	7°1		
	" Бурчу 865 м.	7°2	— 0°1	+ 0,9
5)	" Кесканенголю 725 м.	7°1		
	" Бурчу 865 м.	7°2	— 0°9	+ 0,5
По сравне- нію съ Са- ураномъ.	Талханъ-чокракъ 954 м.	0°8	— 0°8	+ 0,6
	Сараурманъ 957 м.	0°	— 1°2	0

При этомъ нельзя предполагать, чтобы это зависѣло исключи-тельно отъ неточностей наблюденія, такъ разности противъ того, что слѣдовало бы по теоріи въ 3 случаяхъ превышаютъ 1 (1; 2,4; 1,4; 1,2).

Поэтому и послѣдній выводъ Листова надо признать мало обосно-ваннымъ.

¹⁾ Листова, *ibidem*.

XIV.

Цикль развитія карста.

Генетическая точка зрѣнія, выдвинутая въ географіи трудами въ особенности Девиса и разсматривающая данныя формы земной поверхности какъ результатъ болѣе или менѣе сложнаго и длительного развитія, оказала весьма благотворное вліяніе на прогрессъ географіи. Съ этой точки зрѣнія ландшафтъ мѣстности не является чѣмъ-то разъ навсегда даннымъ и застывшимъ, а представляетъ извѣстную стадію развитія, которой предшествовала длинная исторія.

Основные черты географическаго цикла были намѣчены Девисомъ какъ для областей, гдѣ развиты непроницаемыя породы, при нормальныхъ климатическихъ условіяхъ (нормальный циклъ), такъ и для областей оледѣнія (The glacial Cycle) и для областей пустыннаго климата (The geographical Cycle in Arid Climate). Точно такъ же дѣлались попытки выяснить генетическій ходъ развитія отдѣльных формъ и комплексовъ явленій, какъ напр., береговъ, озеръ и т. д.

Что касается ландшафтовъ въ карстовыхъ странахъ, то ходъ генетическаго развитія ихъ или, иными словами, циклъ развитія карста пока еще мало выясненъ и до сихъ поръ только намѣчены основные его линіи.

Наиболѣе цѣнныя работы въ этой области принадлежатъ Цвичу¹⁾, Савицкому²⁾, Пенку³⁾, Рихтеру⁴⁾ и Грунду⁵⁾.

Прежде всего, необходимо привести въ извѣстность всю совокупность вѣдущихъ силъ, работающихъ надъ измѣненіемъ поверхности въ карстовыхъ странахъ. Эти силы тѣ же самыя, что и въ области развитія непроницаемыхъ породъ, но работа многихъ изъ

¹⁾ Cvijić, Bildung und Dislozierung der Dinarischen Rumpflische. Petermanns Mit., 1909, VI, II и VIII.

²⁾ L. Sawicki. Ein Beitrag zum geographischen Zyklus im Karst. Geograph. Zeitsch., 1909, стр. 185.

³⁾ A. Penck, Das Karstphänomen. Schrift. des Ver. zur Verbreitung nat. wiss. Kenntn. in Wien 1904.

⁴⁾ Richter, Beiträge zur Landeskunde Bosniens und Hercegovina. Mittheilungen aus Bosnien und Hercegovina 1907 r. X.

⁵⁾ Grund. Karsthydrographie. Pencks Abhandl. VII, 3, 1903; см. же Beiträge zur Morphologie, Pencks Abhandl. IX, 3, 1910. См. также. N. Krebs, Die Halbinsel Istrien; Pencks Abhandl. Band IX, H. 2. 1901 r. Davis, Bull. G. Soc. Philad. 1901, Danes, La Narenta inférieure; La Géographie. XII.

нихъ видоизмѣнена въ зависимости отъ характера горной породы, слагающей поверхность карста, тогда какъ работа другихъ протекаетъ при нормальныхъ общихъ условіяхъ. Механическое выѣтриваніе, происходящее вслѣдствіе температурныхъ колебаній, протекаетъ въ карстѣ такъ же, какъ и въ области непроницаемыхъ породъ. Напротивъ, химическое выѣтриваніе, какъ мы это видимъ въ предыдущихъ главахъ, получаетъ здѣсь преобладающее значеніе. Благодаря растворимости известняка, продукты химическаго выѣтриванія въ карстѣ далеко не достигаютъ такой мощности, и покровъ ихъ не является непрерывнымъ, а отличается малой мощностью и разорванностью.

Перемѣщеніе продуктовъ выѣтриванія подъ вліяніемъ силы тяжести подчинено въ карстѣ тѣмъ же законамъ, какъ и въ области развитія другихъ породъ, съ тѣмъ только различіемъ, что вслѣдствіе сравнительной бѣдности карста глинистыми продуктами выѣтриванія, а, главнымъ образомъ, вслѣдствіе отсутствія условій для концентраціи большихъ массъ воды, склоны возвышенностей въ карстѣ характеризуются большей крутизной. По большей части крутые стѣнки въ карстѣ не могутъ быть уплощены болѣе, чѣмъ до 30° — 35° , потому что какъ разъ при такомъ углѣ склона сила тяжести уравновѣшивается треніемъ сползающихъ выѣтриваемыхъ массъ ¹⁾. Большему уплощенію препятствуетъ малое содержаніе влаги въ поверхностныхъ горныхъ породахъ карста и незначительная мощность глинистыхъ массъ, которыя уменьшаютъ внутреннее треніе. Особенно слѣдуетъ обратить вниманіе на крайне слабую интенсивность поверхностнаго смыва въ карстѣ, отчего этотъ послѣдній такъ хорошо сохраняетъ тектоническія формы рельефа и характеризуется крутизной и вертикальностью стѣнокъ полей и увала, каньонообразной формой долинъ.

Дальнѣйшее существенное различіе карста отъ областей, не подверженныхъ закарстованію, заключается въ рѣзительномъ преобладаніи химической эрозии (жоррозіи) надъ механической. Въ областяхъ развитія непроницаемыхъ породъ механическая работа текущей воды является главнымъ агентомъ, видоизмѣняющимъ поверхность. Конечно, и въ карстѣ рѣки, сохранившія свою жизненность, производятъ эрозионную работу, въ тѣхъ рѣкахъ, какъ мы

¹⁾ Sawicki, *ibidem*, стр. 187.

видѣли, въ паретѣ очень мало. Въ большинствѣ же рѣкъ поглощаются на поверхности, эрозіонная сила ихъ проявляется, и то въ ослабленномъ видѣ, только до поворотовъ, которые являются базисомъ эрозіи для верхней части рѣчной долины. Эрозіонная и коррозіонная работы такихъ исчезающихъ рѣкъ перенесена съ поверхности въ глубину и конечнымъ базисомъ эрозіи ихъ является не уровень моря, а высота залеганія грунтовыхъ водъ.

Интенсивность коррозіонной работы зависитъ, какъ мы видѣли, отъ: 1) чистоты известняковъ, 2) отъ степени трещиноватости горной породы, а слѣдовательно, косвенно, и отъ интенсивности диссокаціонныхъ процессовъ, которымъ подверглась данная мѣстность, 3) отъ климатическихъ условий мѣстности⁷⁾. Развитие ландшафта въ карстовыхъ странахъ настолько зависитъ отъ чистоты и трещиноватости горной породы, что часто рядомъ находятся области карста, которая одинаково долго подвергалась процессу закарстованія и, тѣмъ не менѣе, характеризуются совершенно иными морфологическими чертами. Вспомнимъ, напримѣръ, западную равнинную часть Караби-яйлы и центральную часть той же яйлы; дикіе ландшафты Чатырдагской яйлы и сглаженные сравнительно покойные ландшафты Никитской яйлы и Бабугана. Климатическій факторъ, въ свою очередь, является важнымъ въ томъ отношеніи, что онъ способствуетъ или препятствуетъ длительному процессу накопленія глинистыхъ продуктовъ вывѣтриванія известняка. Тамъ, гдѣ влажность воздуха значительна, осадки не чрезвычайно обильны и выпадаютъ равномерно, тамъ условія благоприятны для образованія и накопленія глинистыхъ продуктовъ вывѣтриванія; напротивъ тамъ, гдѣ выпаденіе осадковъ строго періодично, продолжительнымъ періодамъ сухости соответствуютъ кратковременные періоды обильныхъ осадковъ, къ тому же выпадающихъ въ видѣ ливней, тамъ какъ образованіе, такъ въ особенности сохраненіе продуктовъ вывѣтриванія встрѣчаетъ препятствіе со стороны климатическихъ факторовъ. Продукты вывѣтриванія, въ этомъ послѣднемъ случаѣ, легко смываются съ поверхности въ глубину (поглощаются трещинами или скопляются въ пониженіяхъ рельефа), а горная порода на большей части пространства снова обважается и дѣлается доступной воздействию коррозіонныхъ силъ.

⁷⁾ Savicki, *ibidem*, стр. 189.

Съ этой точки зрѣнія можно, вѣдѣть съ Савицкимъ ⁵⁾, противопоставить парствѣ Средиземноморскихъ странъ карсту Средне-европейскому. Въ карствѣ Средневропейскомъ, съ равномернымъ выпаденіемъ осадковъ, процессу закарстованія, болѣе препятствуетъ, чѣмъ способствуетъ, кромѣ того, непрерывный и сплошной растительный покровъ тѣмъ, что онъ удерживаетъ ворьями продукты выветриванія и мѣшаетъ ихъ снѣву въ глубину дождевыми потоками, тѣмъ что растительность, въ особенности древесная, расходуетъ много влаги на свои жизненные процессы и отнимаетъ, слѣдовательно, эту влагу у карстового процесса. Правда, вслѣдствіе разложенія растительныхъ остатковъ, происходитъ образование гуминовыхъ кислотъ и углекислоты, содѣйствующихъ коррозіи, но первые два фактора, повидимому, искупаютъ преобладаніе надъ этимъ послѣднимъ.

Важно далье отмѣтить, что работа химической и механической эрозіи въ карствѣ не ограничивается только поверхностью, а сказывается и въ глубинѣ, благодаря чему происходитъ расширеніе трещинъ и увеличеніе объема подземныхъ каналовъ, а явленія, происходящія въ глубинѣ, отражаются въ концѣ-концовъ и на поверхности. Образованіе остоенныхъ шахтъ, нѣкоторыхъ воронъ, рѣчныхъ долинъ путемъ провала потолка надъ пещерами является результатомъ этихъ глубинныхъ процессовъ.

Выработка долинъ въ области, не подверженной процессу закарстованія, зависитъ отъ базиса эрозіи и происходитъ равномерно снизу вверхъ.

Въ карствѣ образованіе долинъ можетъ зависетьъ отъ работы глубинныхъ водъ и происходитъ не равномерно, а, если можно такъ выразиться, скачками на ограниченномъ сравнительно протяженіи.

Большая часть вышепоименованныхъ силъ работаетъ надъ созданіемъ новыхъ формъ поверхности карста и сообщаетъ карстовому ландшафту разнообразіе, но, съ другой стороны, эти же силы, при извѣстныхъ условіяхъ, содѣйствуютъ уничтоженію или же выработаннымъ формъ.

Механическая эрозія, вообще слабая въ карствѣ, сопровождается аккумуляціей, при чемъ рыхлый матеріалъ занимаетъ болѣе

⁵⁾ Savicki, *ibidem*, стр. 198—203.

объемъ, чѣмъ нетронутая горная порода, и засоряетъ камъ поглощающія отверстія, такъ и подземныя пуготы. Въ свою очередь, въ результатъ коррозиі происходитъ накопленіе нерастворимыхъ продуктовъ выѣтриванія, нивелирующихъ поверхность нарста, и заполняющихъ поглощающія трещины и пустоты. Въ глубинѣ, кромѣ того, происходитъ выдѣленіе изъ раствора углекислаго кальция и образованіе натечныхъ массъ, до нѣкоторой степени восполняющихъ дефекты, произведенные коррозіей.

Отъ преобладанія той или другой стороны въ дѣятельности этихъ силъ и зависитъ все разнообразіе формъ поверхности карста, а, слѣдовательно, его относительная юность, зрѣлость и старость. Намъ остается разсмотрѣть теперь, при какихъ условіяхъ проявляется болѣе формообразовательная сторона ихъ дѣятельности, при какихъ, напротивъ, нивелирующая, уничтожающая прежде созданныя формы.

При прочихъ равныхъ условіяхъ, развитіе карстового процесса зависитъ, главнымъ образомъ, отъ глубины залеганія грунтовыхъ водъ.

Предположимъ, что воздѣйствію деструкціонныхъ силъ подвергается поверхность карста, сложенного изъ чистыхъ известняковъ, испытывающаго тектоническія нарушенія и обладающаго вслѣдствіе этого значительною трещиноватостью.

Атмосферныя осадки, выпадающіе на эту поверхность, стекая по направленію склона, создадутъ рядъ карровыхъ рытвинъ, первоначально расположенныхъ согласно склопу и отличающихся сравнительно большой глубиной при незначительной ширинѣ и отдѣленныхъ другъ отъ друга узкими и прутыми гребнями. Въ мѣстѣ пересѣченія трещинъ образуются глубокія „долины“, имѣющія первоначально воронкообразную или колодезобразную форму и расположенныя, большей частью, безъ всякаго порядка. Многочисленны также эрозіонныя ямки, поглощающія воду атмосферныхъ осадковъ или поверхностныхъ рѣкъ, проникающихъ сюда изъ области распространенія непроницаемыхъ породъ. На нѣкоторомъ протяженіи рѣкъ еще нигдѣ въ самомъ нарстѣ поверхностныя долины, такъ какъ попоры и трещины, ведущія въ глубину, еще недостаточно расширены, чтобы поглотить всю воду. Въ толщѣ горной породы поглощенныя на поверхности воды должны возвращать еще очень значительный пробѣгъ и, такъ какъ трещиноватость не испол-

и въ равномѣрна, мѣстами образуются изолированные водотоки. Грунтовые воды, залегающія очень глубоко подъ поверхностью, движутся по сѣти узкихъ каналовъ, среди которыхъ еще не замѣтно никакой дифференцировки. *Таковы юная стадія карста.*

По мѣрѣ дальнѣйшаго развитія карстового процесса, происходитъ, съ одной стороны, все большее разрушеніе, а въ силу того и пониженіе поверхности, съ другой—вѣстимость подземныхъ ходовъ въ глубинѣ дѣлается все больше, и нѣкоторые изъ нихъ получаютъ преобладающее значеніе въ подземномъ дренажѣ, стягивая въ себя второстепенные ходы, которые дѣлаются ихъ притоками. Процессъ разрушенія, такимъ образомъ, происходитъ и на поверхности и въ глубинѣ, подвигаясь навстрѣчу одинъ другому.

Продукты химической эрозіи съ поверхности уносятся въ глубину и ведутъ къ повышенію уровня грунтовыхъ водъ. Надъ нѣкоторыми болѣе значительными пустотами происходятъ провалы потолка, и въ результатѣ образуются глубокиія, зияющія на поверхности естественныя шахты.

Прогнавшія въ юной стадіи на поверхности рѣки уже поглощены поймами, которые стали шире и лучше проводить воду. На мѣстѣ прежнихъ нормальныхъ долинъ появляются мертвыя долины. Коррозионные процессы на поверхности, съ теченіемъ времени, все болѣе концентрируются вдоль трещинъ напластованія и тектоническихъ линій.

Карровыя рытвины пересѣкаютъ поверхность независимо отъ первоначальной покатости и создаютъ дикія карровыя поля. Онѣ становятся шире, а раздѣляющіе ихъ гребни уплотняются, на дикъ рытвины мѣстами скопляются продукты вывѣтриванія.

„Долины“ сдѣлались плоче, такъ какъ дно многихъ изъ нихъ уже устлано глиной и terra rossa, закарзавшей поглощающія трещины, и коррозія болѣе работаетъ въ ширь, нежели въ глубину. Многія изъ нихъ получаютъ блюдцеобразную форму. Благодаря расширенію воронокъ и ихъ расположенію въ большомъ числѣ вдоль структурныхъ и тектоническихъ линій, происходитъ соединеніе воронокъ и образованіе увала. Этотъ процессъ изторяется съ теченіемъ времени все чаще и чаще; часть увала превращается въ поля, въ нѣкоторыхъ случаяхъ углубленныя до горизонта грунтовыхъ водъ и, поэтому, постоянно или временно орошаемыя рѣчками.

Между долинами, увала и со дна послѣднихъ, такъ же какъ со дна полей поднимаются одинокія конусообразныя горы, „останки“ (хумы, мозоры), указывающія на уровень первоначальной поверхности карста. „Въ этой фазѣ, такимъ образомъ, выработались крупныя черты пластики карста, въ значительной степени зависящія отъ тектоническихъ линій ¹⁾“. Въ глубинѣ горная порода прорѣзана рѣками рядомъ болѣе или менѣе вѣстительныхъ ходовъ, относящихся къ области вертикальной циркуляціи или въ стадіи карста, когда грунтовые воды еще не достигли своего нормальнаго залеганія надъ непроницаемыми породами, а циркулировали выше. Многія изъ этихъ пустотъ, лишеныя въ настоящее время воды, дѣлаются ареной образованія натечныхъ массъ.

Такая зрѣлая стадія карста.

Къ началу старческой стадіи карстовыя формы рельефа все болѣе теряютъ въ своей опредѣленности. „Долныя“ уплощаются, увала и поля дѣлаются обширнѣе и многочисленнѣе. Все болѣе и болѣе продуктовъ выветриванія скопляется на поверхности. Во многихъ мѣстахъ глубинная циркуляція загибается поверхностно, какъ вслѣдствіе углубленія полей до горизонта грунтовыхъ водъ, такъ и вслѣдствіе проваловъ потолка надъ пещерными рѣками и образованія поверхностныхъ долинъ. Свидѣтелями прежняго подземнаго теченія являются уцѣлѣвшіе кое-гдѣ естественные мосты.

Въ стадіи старости обрамленіе долинъ уже почти исчезло, поля и увала мѣстами вскрыты и соединены между собой, и только тамъ и сямъ между ними поднимаются одинокіе мозоры и плоско-вершинныя возвышенности. Поверхность карста понижена въ этой заключительной стадіи во многихъ мѣстахъ почти до уровня грунтовыхъ водъ. Вмѣсто вертикальной циркуляціи возникаетъ горизонтальная, вырабатывается нормальная сѣть долинъ. Рѣки, протекающія почти на уровнѣ грунтовыхъ водъ, имѣютъ ничтожное паденіе и, поэтому, медленное и извилистое теченіе. Опѣ часто и въ большомъ масштабѣ мѣняютъ свое русло и содѣйствуютъ окончательной нивелировкѣ поверхности. Во многихъ мѣстахъ происходитъ заболачиваніе поверхности и возникаютъ мелкія озера ²⁾.

Въ случаѣ, если такой ходъ развитія не будетъ прерванъ опусканіемъ грунтовыхъ водъ или поднятіемъ мѣстности и не начнется

¹⁾ Cvijić Bildung und Dislocierung, стр. 125.

²⁾ Cvijić, ibidem. стр. 126.

новый цикл развития, поверхность карста может получить характер почти равнины, с одиноко возвышающимися островными возвышенностями. Эти последние, по мнению Цви́ча ¹⁾, являются характерной особенностью последней стадии эволюции именно карста и не дают права считать поверхность такого карста за пещерный. Грунд ²⁾ не оспаривает с этим, так как и в завершительной стадии нормального цикла, по его мнению, сохраняются не только моноклины, но и возвышенности, аналогичные мозорам карста.

Но Цви́ч вполне прав, когда говорит, что в „карст“ входят некоторые участки раньше будут сnivelлированы до поверхности грунтовых вод, другие позднее. Тогда как одни участки уже захвачены в нормальную речную сеть, другие являются еще полными, между которыми лежат, правда, невысокие, но обширные глыбообразные (blockartige) возвышенности. На каждой фазе развития карста могут существовать рядом и часто недалеко друг от друга в различной степени пониженные и сnivelлированные участки ³⁾.

Как бы то ни было, общее мнение всех исследователей, (Цви́ча, Грунда, Пенка), рассматривавших эволюцию карста, сводится к тому, что даже в старческой стадии должны сохраниться крутые склоны, островные горы (мозоры) и глыбообразные плоские возвышенности. Цви́ч говорит: „Die vorherrschende chemische Erosion im Karste knüpft sich an bestimmte günstigere Punkte, Linien und tectonische Veranlagungen und wirkt hier wie ein *Herauspräparierungsvorgang*“ ⁴⁾.

Мы рассмотрели эволюцию карстового ландшафта при том условии, когда известняки чисты и не содержат в большом количестве примесей глинистых или других нерастворимых частиц, если же содержание глинистых частиц значительно, то ход процесса, как это мы видели в предыдущих главах, сильно видоизменяется. На эту сторону вопроса обратил внимание Савицкий ⁵⁾. Так как известными сочетания климатических факторов способствуют также образованию и накоплению продуктов

¹⁾ Cvičic ibidem. стр. 126.

²⁾ Grund. Beiträge zur Morphologie.

³⁾ Cvičic, ibidem. стр. 126.

⁴⁾ Cvičic ibidem. стр. 126.

⁵⁾ Savicki, ibidem.

вывѣтриванія, то свой взглядъ на эволюцію такого карста онъ разсмотрѣлъ для средневропейскихъ климатическихъ условій.

Быстрое накопленіе terra rossa и, вообще, глинистыхъ продуктовъ вывѣтриванія въ высокой степени содѣйствуетъ нивелированію поверхности карста, заполненію карровыхъ рытвинъ, уплотненію и также заполненію „долинъ“, ихъ слиянію въ увала, образованію большихъ польеобразныхъ котловинъ, сличающихся отъ настоящихъ полей только отсутствіемъ свойственныхъ карсту гидрографическихъ условій. Наконецъ, засореніе трещинъ, ведущихъ въ глубину, является также характерной особенностью такого карста.

Старческія черты поверхности въ такомъ карстѣ наступаютъ очень рано и не находятся ни въ какомъ соответствіи съ процессами происходящими въ глубинѣ. Поверхность карста можетъ быть сивеллирована почти окончательно, въ то время когда уровень карстовыхъ водъ залегаетъ еще глубоко, и въ глубинѣ не успѣли выработаться сколько-нибудь обширныя пещеры, а имѣется лишь сѣтъ узкихъ ходовъ. Мало-по-малу грунтовыя воды карста получаютъ все менѣе и менѣе питанія со стороны поверхностныхъ просачивающихся водъ, вслѣдствіе заполнения проводящихъ трещинъ продуктами вывѣтриванія, и въ концѣ-концовъ совершенно изолируются отъ поверхности. На поверхности такого карста, однако, вслѣдствіе отсутствія преобладающаго склона и ландшафта изолированныхъ ваятъ, поверхностная циркуляція первоначально не имѣетъ большого значенія. Возникающіе мѣстами слабые поверхностные потоки слѣдо заканчиваются въ долинахъ и увалахъ, заболачивая ихъ или создавая здѣсь временныя, а въ случаѣ большаго количества осадковъ и постоянныя озера. Воды этихъ озеръ не находятся ни въ какой связи съ грунтовыми водами и расходуются только путемъ испаренія. Не климатическія условія, а морфологическія особенности поверхности, именно отсутствіе или недостатокъ сточныхъ каналовъ уменьшаетъ здѣсь стокъ и увеличиваетъ продолжительность испаренія. По Савицкому стокъ въ словацкомъ карстѣ составляетъ всего 1—2%, во всякомъ случаѣ не болѣе 5%, осадковъ, тогда какъ въ области непроницаемыхъ породъ при тѣхъ же климатическихъ условіяхъ факторъ стока равенъ 25—27.

Мало-по-малу вслѣдствіе рядового расположенія долинъ и уваловъ и ихъ соединенія создаются долинообразныя длинныя замкнутыя

котловины, причем периферическія изъ нихъ рано или поздно превращаются въ настоящія долины, благодаря тому, что онѣ захватываются въ нормальную сѣть какой-нибудь сосѣдней рѣки, или, въ случаѣ незначительной высоты замыкающей ихъ нижней оконечъ протряды и большого количества осадковъ, переполняются до края и получаютъ поверхностный стокъ.

Ландшафтъ замкнутыхъ долинообразныхъ котловинъ превращается въ долинный ландшафтъ. Но такъ какъ базисъ эрозіи въ такомъ нартѣ лежитъ по большей части очень низко, то возникшіе рѣки и ручьи проявляютъ усиленную эрозионную работу.

Благодаря этому, каменистое дно русла обнажается, открываются вновь поноры и трещины, которыя были прикрыты сверху продуктами вывѣтриванія. Усиливаются сносъ и сползаніе продуктовъ вывѣтриванія; какъ склоны, такъ и поверхность карстового пласта постепенно освобождаются отъ непроницаемаго покрова. Обнажающаяся каменистая поверхность подпадаетъ вновь процессу закарстованія. Долинный ландшафтъ мало-по-малу превращается въ карстовый, образуются вновь сухія долины, поноры и пещеры, и циклъ развитія идетъ вновь вышеуказаннымъ порядкомъ. Такимъ образомъ, въ данномъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ второстепеннымъ цикломъ развитія, обусловленнымъ не поднятіемъ страны или опусканіемъ грунтовыхъ водъ, какъ это происходитъ нормально. Такихъ цикловъ можетъ быть нѣсколько, и они могутъ повторяться до тѣхъ поръ, пока не будетъ достигнута конечная цѣль эволюціи всякой нартовой области: нивелировка ея поверхности до уровня грунтовыхъ водъ.

Таковы дедуктивно выведенныя черты эволюціи нарта. Обратимся теперь къ карсту Крыма и посмотримъ, насколько эта схема применима тамъ.

Главная гряда Крымскихъ горъ была выведена горообразующими процессами изъ-подъ уровня моря къ концу юрскаго періода. Съ тѣхъ поръ, по преобладающему по крайней мѣрѣ взгляду геологовъ, она уже больше не заливалась моремъ, представляя въ теченіе многихъ геологическихъ эпохъ островъ, омываемый моремъ. Въ мѣловой періодъ море подступало къ съверному склону главной гряды и разрушало ея основаніе. Нижняя граница известняковой толщи гористаго острова возвышалась надъ

*) Sawicki, *ibidem*. стр. 201.

уровнемъ этого моря на меньшую высоту, чѣмъ современная Яйла надъ уровнемъ Чернаго моря, и, соответственно этому, и уровень грунтовыхъ водъ задегалъ выше современного.

Мѣловой періодъ и начало третичнаго были эпохой относительно спокойнаго континентальнаго разнѣтія Крыма ¹⁾, но уже, начиная съ олигоцена, въ теченіе второй половины третичнаго періода происходятъ вертикальныя перемѣщенія и дислокаціи ²⁾, результатомъ которыхъ явилось отступаніе моря далѣе къ сѣверу и поднятіе главной грады надъ уровнемъ моря, что имѣло слѣдствіемъ опусканіе горизонта грунтовыхъ водъ и оживленіе карстоваго процесса.

Въ теченіе мѣловаго періода и начала третичнаго складчатая поверхность Яйлы подвергалась воздѣйствію деструкціонныхъ силъ и была почти вполне снивелирована, благодаря нормальному циклу эрозій, при чемъ возможно, что и карстовые процессы играли при этомъ нѣкоторую роль.

Къ концу этой спокойной эпохи жизни Крыма была создана равнинная поверхность современной Яйлы (пленецментъ), постепенно склоняющаяся на сѣверъ къ уровню моря. Судя по незначительной разницѣ высотъ различныхъ точекъ Яйлы, этотъ циклъ развитія былъ близокъ къ окончательному своему завершенію, когда дислокаціи третичнаго періода нарушили его нормальное теченіе.

Такъ какъ въ послѣдовавшее затѣмъ время дислокаціи повторились нѣсколько разъ, то намѣтить подробно дальнѣйшую исторію пока не представляется возможнымъ. Но, во всякомъ случаѣ, современный циклъ (быть можетъ, и нѣсколько предшествовавшихъ ему цикловъ) развитія Яйлы начался уже послѣ того, какъ поверхность ея была болѣе или менѣе снивелирована, и главная града Крымскихъ горъ получила современный обликъ остаточного-глыбовыхъ горъ. Возможно, что выработка нѣкоторыхъ горизонтальныхъ пещеръ, залегающихъ въ настоящее время на нѣзнѣтной высотѣ надъ горизонтомъ грунтовыхъ водъ, напр., чатырдагскихъ пещеръ, Туагской пещеры, пещеры Клымы-Хоба и т. д., относится еще къ прежнимъ цикламъ развитія.

Продолжительность воздѣйствія карстоваго процесса на всемъ протяженіи главной грады была болѣе или менѣе одинакова, по

¹⁾ Въ мѣловой періодъ констатированы лишь слабыя дислокаціи.

²⁾ Вертикальныя перемѣщенія въ ослабленной формѣ продолжались и въ послѣдующее время, какъ это доказываютъ, напр., террасы близъ Суджа.

интенсивность его и конечные результаты, запечатлѣнные въ современномъ ландшафтѣ, оказались различными.

Интенсивность развитія карстоваго процесса, какъ мы видѣли, зависитъ, главнымъ образомъ, отъ глубины залеганія грунтовыхъ водъ, или, иными словами, отъ мощности известняковой толщи, подвергающейся закарстованію, а эта послѣдняя въ Крыму не вездѣ одинакова вълѣдствіе сдвиговъ и сбросовъ лѣстами выдвинувшихъ глинистые сланцы почти на уровень известняковыхъ толщъ. Такое положеніе вещей констатировано, главнымъ образомъ, для западной части Яйлы отъ Байдаръ до Лименя, и вотъ отчего здѣсь карстовый процессъ подвинулся далѣе всего; образовались не только глубокія и широкія воронки, но и увала и даже поля, углубленныя до уровня грунтовыхъ водъ. Нѣкоторые поля оказались вскрытыми, и ихъ рѣки вошли въ общую сеть дренажа (Байдарская долина). Только одинокія островныя горы — моворы остались въ Байдарской долинѣ свидѣтелями болѣе высокаго положенія поверхности карста въ прежнее время. Здѣсь мы видимъ, такимъ образомъ, карстъ въ стадіи старости. До нѣкоторой степени старческія черты карста Никитской яйлы и Бабугана тоже объясняются болѣе высокимъ положеніемъ непроницаемой подтепки, но это только отчасти, главной же причиной старческихъ особенностей ландшафта этихъ яйлъ, такъ же какъ сѣверо-западной части Караби-яйлы является составъ горной породы, содержащей въ себѣ постороннія примѣси (глинистыя и песчаныя частицы), способствующія нивелировкѣ поверхности и заполненію отрицательныхъ формъ рельефа.

Морфологическія особенности этихъ яйлъ указывались уже нами неоднократно, и здѣсь мы только вкратцѣ подчеркнемъ главное: сѣверо-западный участокъ Караби-яйлы представляетъ почти идеальную равнину, поверхность которой почти вся скрыта похъ рыхлыми продуктами вывѣтриванія; воронки здѣсь очень рѣдки, имѣютъ большой діаметръ и неглубоки; естественныя шахты также рѣдки, ко глубокі и имѣютъ большія отверстія на поверхности. Равнинность поверхности зависитъ, слѣдовательно, не отъ близкаго къ поверхности залеганія грунтовыхъ водъ, а отъ полова продуктовъ вывѣтриванія, узкія трещины забиты и затрамбованы продуктами вывѣтриванія, остались наиболѣе вмѣстѣ — шахты, продолжающія и теперь функционировать.

Бабугант-яйла и Никитская-яйла характеризуются также развитием больших замкнутых котловин с ровным затрамбованным дном, еще не углубленным до уровня грунтовых вод. На этих яйлах, однако, первоначальные тектонические черты замаскированы в меньшей степени, что сказывается в правильной ориентровке как указанных котловин, так и разделяющих их крутых склонов. Все только что указанные участки Яйлы находятся, следовательно, в старческой стадии одного из второстепенных циклов. Что же касается до Чатырдага и большей части Кораби-яйлы, то здесь перед нами стадия зрелости карста. Если в глубинах мы не находим значительных пещер и вертикальных расщелин, то это, с одной стороны, объясняется тем, что в карсте Крыма нет условий для стока из области непроницаемых пород. Подземные водостоки здесь формируются из атмосферных осадков, проникающих с поверхности так сказать, «враздробь», а потому и неблагоприятны условия для концентрации воды в глубинах и для предпочтительной переработки того или другого водостока в туннельобразный канал. С другой стороны, горизонтальные пещеры во многих местах утратили свои функции с того момента, как уровень грунтовых вод опустился из известняков в подстилающие их песчаники и конгломераты.

Выводы:

- 1) Цикл развития карста зависит, главным образом, от глубины залегания грунтовых вод.
- 2) На него оказывают также влияние: а) степень трещиноватости, б) химический состав горной породы и в) особенности климата.
- 3) В случае накопления больших масс продуктов выветривания известняков главный цикл распадается на ряд вторичных.
- 4) Карст Крыма находится в разных стадиях развития: в стадиях зрелости, старости и старческой стадии одного из второстепенных циклов.

XV.

Мелиорационные работы на Яйлах и их растительность.

В последнее время в местной крымской печати, в Таврическом земстве и в некоторых государственных учреждениях, грядущих экономических интересы населения Крыма, вы-

двинуть вопрос о практическом использовании Яйлы, об упорядочении водного хозяйства Крыма и об мелиорационных работах в Крыму. Начиная с 1912 года Отделом Земельных Улучшений при Главном Управлении Землеустройства и Земледелия были предприняты работы изыскания, на которых, судя по опубликованным данным начальника этих изысканий, инженера К. Д. Кольстера ¹⁾, были ассигнованы, а частью уже затрачены немалые деньги: в 1913 г. — 120,000 руб., в 1914 г. ассигновано — 160,000 руб. Опубликована также и программа предполагаемых изысканий ²⁾; впрочем, имеются уже и материалы, разработки и сводка которых, надо надеяться, не замедлит появиться в печати. Все эти мероприятия нельзя не приветствовать, тем более что, судя по программе, предполагается поставить дело на строго научную почву. Это последнее обстоятельство, до некоторой степени, является гарантией, что ассигнованным, на нашу русскую массу, немалые деньги не будут затрачены даром. В настоящей главе моей работы я далека от того, чтобы давать какие-нибудь практические указания по мелиорационному делу, но мое знакомство с значительной частью Яйлы и теоретические выводы из данной работы, не будут, надеюсь, бесполезны и для разрешения практических вопросов.

С этой только точки зрения я и останавливаюсь на растительности крымской Яйлы, тем более, что в настоящее время уже можно считать доказанным громадное значение, которое имеет растительный покров и почва на характер водного хозяйства. Специально ботаническими исследованиями в Крыму я не занимаюсь, но тем не менее, при многократном посещении Яйлы, мое внимание невольно обращали на себя общая физиономия растительности Яйлы и ее вариации в зависимости от местных условий. Как известно, на Яйле преобладает травянистая растительность, которая, однако, далеко не однообразна, а варьирует в зависимости от рельефа, высоты над уровнем моря, большего или меньшего воздействия со стороны человека. Большая часть поверхности Яйлы покрыта растительностью лугово-

¹⁾ См. материалы по водным изысканиям в Крыму; выпуск I, статья К. Д. Кольстера.

²⁾ „Къ вопросу об упорядочении водного хозяйства в Крыму“, выпуск II, статья А. А. Яковлева — „Яйла теперь и в будущем“.

степного характера, главную роль среди которой играют злаки съ примѣсомъ двудольныхъ луговыхъ элементовъ. На болѣе значительныхъ высотахъ (напр. на Бабуганѣ, Чатырдагѣ) въ этихъ растеніяхъ присоединяются растенія альпійскаго типа, при чемъ роль злаковъ по сравненію съ двудольными растеніями здѣсь значительно меньше ¹⁾. Въ зависимости отъ различныхъ мѣстныхъ причинъ Е. Вульфъ ²⁾ различаетъ слѣдующія сообщества травянистой растительности: 1) растительность скалъ, 2) растительность чистыхъ отъ камней луговинъ, 3) растительность пониженныхъ болѣе влажныхъ мѣстъ, 4) растительность осыпей и засыпанныхъ обломками известняка мѣстъ и 5) сообщества сорной растительности около копей и въ вѣстахъ стоянокъ скота.

Густота и сплошность растительнаго покрова далеко не одинакова на разныхъ яйлахъ и въ разныхъ частяхъ одной и той же яйлы. Тогда какъ значительная часть яйлы Чатырдага (большая часть средней и нижней террасъ) и центральныя части яйлы Караби очень бѣдны растительнымъ покровомъ, самая верхняя терраса Чатырдага почти сплошь задернована, точно также сѣверо-западная часть Караби покрыта почти сплошнымъ травянистымъ покровомъ, Бабуганъ, Демерджинская и Долгоруковская яйлы также богаче травянистой растительностью. Въ особенности слѣдуетъ отмѣтить, что днища замкнутыхъ котловинъ и большихъ „долинъ“, покрытыхъ глинами и сравнительно богатыми водой, являются какъ-бы зелеными оазисами среди голаго карста, и это наблюдается рѣшительно на всемъ протяженіи Яйлы отъ ея западныхъ до восточныхъ предѣловъ.

Такая приуроченность болѣе богатой травянистой растительности къ котловинамъ объясняется присутствіемъ рыхлой глинистой подпочвы, переходящей къверху въ темноокрашенную почву значительной мощности, и въ условіяхъ болѣе обильнаго увлаженія, такъ какъ собирающіяся въ этихъ котловинахъ воды расходуются, главнымъ образомъ, только путемъ испаренія. Нѣкоторыя изъ такихъ котловинъ даже заболачиваются или превращаются въ озера, за-

¹⁾ См. статью А. Ягута. Очеркъ растительности Крыма въ Путеводителѣ Крыма, издающемся Крымскимъ Обществомъ Естественныхъ Исследователей и Любителей природы. Симферополь, 1914 г.

²⁾ Е. Вульфъ. Демерджа и Караби-яйла въ Крыму и задачи малорасширенія Яйлы. По Крыму. Сборникъ 2, стр. 24. Изд. Крымскаго Общества Естественныхъ Исследователей, 1914 г.

растающих рдестомъ. Если и въ такихъ котловинахъ растительность къ концу дѣла имѣетъ иногда крайне жалкій видъ и не покрываетъ сплошь всей поверхности, то это объясняется объѣданиемъ и вытаптываниемъ ее стадами безчисленныхъ овецъ, причемъ весьма характернымъ показателемъ, что дѣло обстоитъ именно такъ, является то обстоятельство, что въ тѣхъ котловинахъ, къ которыхъ расположены кошары, растительный покровъ претерпѣваетъ наибольшее нарушение. Въ связи съ пастбой скота стоять и измѣненіе видового состава травъ, при чемъ получаютъ преобладаніе несъѣдобныя травы, вытѣсняющія собой цѣнныя кормовыя ¹⁾. Насколько велика роль челоги въ этомъ случаѣ въ измѣненіи даже физономіи растительности видно изъ того, что мѣста, гдѣ долго находились кошары, могутъ быть открыты уже по составу травянистой растительности, покрывающей ихъ въ настоящее время ²⁾.

Другой факторъ, обуславливающий болѣе богатую травяную растительность нѣкоторыхъ участковъ Яйлы, заключается въ сравнительно большомъ содержаніи глинистыхъ и кремнистыхъ частицъ въ известнякахъ даннаго участка Яйлы и, поэтому, въ болѣе быстрое образованіе и обильное накопленіе рыхлой коры выветриванія. Такое объясненіе на нашъ взглядъ приложимо къ Джерджинской, Долгоруковской, къ Бабуганъ яйлѣ, къ яйлѣ между Ай-Петри и Ялтой, къ части Караби-яйлы.

Мы не можемъ поэтому согласиться съ Крипотафовичемъ ³⁾ и съ Е. Вульфомъ ⁴⁾, которые считаютъ каменистыя обнаженныя поверхности Яйлы (напр. Караби-яйлы) за части Яйлы „наиболѣе измѣненныя, наиболѣе потерявшія свой первоначальный обликъ“, зъ глинисто-песчаный покровъ Яйлы за первичное состояніе, предшествовавшее ея обнаженію. На нашъ взглядъ, наоборотъ, каменистыя обнаженныя поверхности Яйлы находятся въ болѣе ранней стадіи развитія, нежели тѣ, которыя покрыты мощнымъ слоемъ глинистыхъ продуктовъ выветриванія известняка. Онѣ отста-

¹⁾ См. Талиевъ. О растительности крымской Яйлы. Труды Харьковского общества Испытателей Природы, т. XLII; Е. Вульфъ, *ibidem*.

²⁾ А. Крубержъ. Изъ этніки скотоводства въ Яйлѣ. Землеустройство 1911 г., книжка I—II.

³⁾ А. Крипотафовичъ. Къ вопросу о растительности крымской Яйлы. Извѣстія С. П. Ботаническаго Сада, т. VII, 1907 г., № 5—6, стр. 154 и дальнѣе.

⁴⁾ Е. Вульфъ, *ibidem*, стр. 32.

ли въ своемъ развитіи именно потому, что слагающіе ихъ известняки даютъ ничтожное количество рыхлаго остатка, который легко смывается и поглощается трещинами.

Въ пользу такого толкованія говорятъ и произведенныя нами анализы известняка, будучи сопоставлены съ тѣми мѣстами на Яйлы, гдѣ почвенный и растительный покровъ болѣе обиленъ.

За исключеніемъ мѣстъ съ значительнымъ уклономъ, большей частью по окраинамъ яйлъ, гдѣ дѣйствительно играетъ большую роль эрозія и связанныя съ ней разрушеніе и смыть почвеннаго покрова, на остальной площади Яйлы въ настоящее время преобладаетъ процессъ не почвоуничтоженія, а почвообразования ¹⁾ при чемъ интенсивность этого процесса зависитъ отъ химическаго состава известняковъ и обилія влаги.

Нѣтъ никакого сомнѣнія, что вышеупомянутыя котловины, имѣющія мощный почвенный покровъ и достаточное увлажненіе, поскольку онѣ не заболочены или не превращаются въ постоянныя или временныя озера, представляютъ благоприятныя условія для развитія богатой луговой растительности. Для того слѣдуетъ только оградить данную котловину отъ выноса скота, съ одной стороны вытѣпывающаго почвенный покровъ и уплотжающую траву, часто безъ остатка, съ другой, съ теченіемъ времени ухудшающаго самый составъ травяной растительности. Но этого мало, большая часть такихъ котловинъ оказалась бы, вѣроятно, пригодной и подъ огородную и полевою культуру, такъ какъ климатическія условія не ставятъ для этихъ культур безусловнаго препятствія, въ особенности въ тѣхъ участкахъ Яйлы, которые расположены сравнительно не высоко.

Намъ самимъ пришлось видѣть огорода въ одной изъ большихъ „долинъ“ западнаго участка Яйлы, на пути отъ Байдаръ къ Лименамъ. Съ другой стороны, въ котловинѣ Когей на с.-в. Караби-яйлѣ куртлуевскіе крестьяне въ нѣкоторые годы заставляли хлѣбъ. Кормовыя свойства травы могутъ быть улучшены и во всѣхъ тѣхъ участкахъ Яйлы, которые являются въ настоящее время болѣе или менѣе задернованными и поверхность которыхъ покрыва продуктами выветриванія; во многихъ случаяхъ и здѣсь, вѣро-

¹⁾ Въ томъ же смыслѣ высказывается Бушъ въ своей статьѣ „О безлѣсной крымской Яйлы“. Труды Юридическаго сада Юрьевскаго университета, 1907 г. Т. VII, выд. 2.

явно, возможна культура хлебов; там на с.-в. Караби-яйлы, на пути въ деревню Казанлы, мы видѣли поле, засѣянное рожью. Конечно, для выбора подходящихъ культуръ и кормовыхъ травъ необходимо произвести опыты, отчудить для этого хотя бы небольшіе участки Яйлы подъ опытныя станціи. Необходимо также болѣе основательное ознакомленіе съ климатическими условіями и устройствомъ нѣсколькихъ новыхъ метеорологическихъ станцій въ разныхъ частяхъ Яйлы, такъ какъ данныя одной Ай-Петринской станціи недостаточны для этого. Эта задача, повидимому, получила признаніе со стороны Отдѣла Земельныхъ Улучшеній въ Крыму. Въ 1913 г. уже было установлено нѣсколько дождемѣтровъ, а въ 1914 г. предполагалось устроить и вторую метеорологическую станцію, повидимому на Караби-яйлѣ ¹⁾. Всѣ эти мѣропріятія связаны, однако, съ уменьшеніемъ размѣровъ овцеводства, которое возможно только въ извѣстныхъ предѣлахъ.

На первыхъ порахъ можно бы было ограничиться воспрещеніемъ пасты стада здѣсь приплывъ поселенцамъ, какъ-то молдованамъ изъ Трансильваніи и изъ Бессарабіи, оставивъ это право за аборигенами. Необходима также извѣстная пропаганда среди мѣстнаго населенія, поддерживаемая данными опытныхъ станцій, болѣе выгодности лугового хозяйства по сравненію съ выпасомъ скота.

Что же касается до каменистыхъ участковъ Караби-яйлы и Чатырдага, то на нашъ взглядъ было бы слишкомъ оптимистичнымъ ожидать быстрого измѣненія здѣсь положенія дѣла въ лучшую сторону. Конечно, прекращеніе здѣсь пастбы будетъ способствовать болѣе непрерывному процессу почвообразованія, но это процессъ длительный, и результаты могутъ сказаться, въ лучшемъ случаѣ, черезъ много десятковъ, если не сотенъ лѣтъ. Болѣе пригодны для утилизациі здѣсь только днина многочисленныхъ воронокъ, поскольку въ нихъ уже успѣлъ образоваться непроницаемый глинистый слой. Но площадь всѣхъ ихъ въ сущности невелика, и едва-ли можно ожидать, чтобы она могла быть использована населеніемъ, въ виду отдаленности поселковъ отъ этихъ мѣстъ на Яйлѣ и современного сравнительно низкаго культурнаго уровня населенія. Быть можетъ, эти площади

¹⁾ К. Д. Кельстеръ. Въ вопросу объ упорядоченіи воднаго хозяйства въ Крыму. Изданіе Отдѣла Земельныхъ Улучшеній. Ялта, 1913 г.

могли бы быть использованы иным способом, именно отведены под лѣсъ.

Вопросъ о древесной растительности въ Крыму вызвалъ очень обширную литературу, но едва ли можетъ почитаться разрѣшеннымъ.

Какъ и въ большинствѣ такихъ случаевъ рѣшенію вопроса мѣшаетъ недостаточность фактическихъ данныхъ въ особенности по отношенію къ климатическимъ особенностямъ Яйлы.

Въ настоящее время „безлѣсье является для Яйлы,—говоритъ проф. Танфильевъ,—признакомъ типичнымъ, но не абсолютнымъ“. Действительно, во многихъ мѣстахъ Яйлы мы видимъ не только отдѣльные деревья или кустарниковыя заросли, но и настояще лѣса. Западный конецъ Яйлы, начиная отъ Байдарскихъ воротъ, покрытъ лѣсомъ, растущимъ на днѣ обширныхъ воронокъ, такъ и кое-гдѣ между воронками. На Мордвиновской яйлѣ, близъ сторожевого кордона и въ югу отъ послѣдняго находится, по Криштафовичу, лѣсъ изъ *Carpinus*, *Betulus*, *Fagus silvatica*, *Acer campestre* и *Pirus eleagnifolia*¹⁾. На сѣверныхъ склонахъ западнаго участка Яйлы буковый лѣсъ покрываетъ имѣющіеся здѣсь овраги и по нимъ взбирается на самую Яйлу. Этою мѣстностью мнѣ приходилось проходить дважды, и въ 1913 г. я былъ свидѣтелемъ безжалостной рубки лѣса. Большія воронки стояли большею частью уже оголенными, лѣсъ складывался въ штабели, возвышавшіеся къ краю Яйлы и отсюда сбрасывался внизъ. Составъ лѣса здѣсь таковъ же, какъ описываетъ Криштафовичъ, многія деревья достигали значительной высоты и толщины. На Яйлѣ между Кыменомъ и Лименами имѣется молодой лѣсъ и кустарниковая заросль въ мѣстности, изобилующей воронками. Сѣверные и сѣверо-восточные склоны г. Беденекыръ покрыты лѣсомъ; небольшой лѣсокъ имѣется и въ балкѣ между двумя вершинами. Въ области Ай-Петринской яйлы древесная растительность описывалась уже неоднократно²⁾. Сплошныя древесныя заросли здѣсь имѣются близъ самой вершины Ай-Петри, и состоятъ изъ бука, вяза, граба, березы, рябины, груши и тиса. Къ западу и сѣверу отсюда древесная растительность приурочена особенно къ воронкамъ, при чемъ

¹⁾ А. Криштафовичъ, *ibidem*.

²⁾ См. также Талиевъ, О растительности Крымской яйлы. Труды Харьковского Общества Исслѣдатель природы, т. XLII, 2, 3.

почти въ каждой воронѣ можно найти нѣсколько деревцовъ тисса. Яйла къ востоку отъ Ай-Петри бѣдна древесной растительностью; то же самое нужно сказать и о Долгоруковской яйлѣ, Никитской яйлѣ и Бабуганѣ. Здѣсь имѣются болѣею частью только отдѣльные буки, грабы, кусты рябины и шиповника, растущіе на каменистыхъ обнаженіяхъ горной породы. На Бабуганѣ особенно привлекли вниманіе ботаниковъ двѣ или три сосны съ обнаженными вершинами, сохранившіяся въ срединѣ Яйлы, нѣсколько восточнѣ Гаврель-Богазы, и получившія весьма характерныя искривленія вѣтвей.

На Чатырдагѣ сплошной низкоствольный лиственный лѣсъ находится на второй, средней террасѣ при переходѣ ея къ верхней. Кромѣ того, многія воронки поросли лѣсомъ и не только по склонамъ, но и на днѣ, покрытомъ дерномъ.

Для остальной безлѣсной части Чатырдагской яйлы характерно присутствіе приземистыхъ кустовъ *Juniperus depressa*, къ которому изрѣдка примѣшивается *Juniperus sabina*. Вершинная поверхность Демерджинской яйлы, насколько мнѣ ее удалось наблюдать, безлѣсна, для сѣверо-восточнаго ея края сплошную древесную заросль указываетъ Вульфъ ¹⁾. На Караби-яйлѣ сплошной лѣсъ изъ бука, граба, клена, ясени, рябины и орѣшника имѣется на сѣверномъ склонѣ Карадага, сплошная лента древесной растительности тянется также вдоль Сарыкольской котловины, наконецъ, деревья встрѣчаются на склонахъ многихъ воронокъ.

Большая воронка, которой открывается на поверхность, шахта Монастырь-Чокракъ, покрыта настоящимъ лиственнымъ лѣсомъ. Во многихъ воронкахъ растетъ тиссъ. Весьма возможно, что мною указаны далеко не все мѣстоположенія зарослей древесной растительности, но и указанныхъ примѣровъ вполне достаточно, чтобы убѣдиться, что Яйла и въ настоящее время отнюдь не безлѣсна. Между тѣмъ истребленіе древесной растительности происходитъ на Яйлѣ на нашихъ глазахъ, какъ въ формѣ хищнической вырубki сплошныхъ лѣсныхъ насажденій, такъ и въ формѣ истребленія отдѣльныхъ деревьевъ и въ поврежденіи молодой поросли пасущимися скотомъ.

Слѣдуетъ отмѣтить также на характерную для Яйлы приуро-

¹⁾ Вульфъ, *ibidem*, стр. 29.

ченность древесной растительности къ неровностямъ рельефа, къ стѣнкамъ воронокъ, замкнутыхъ котловинъ, балокъ, видѣющихся на Яйду со склоновъ и т. д., а также къ каменистымъ обнаженіямъ горной породы. Деревья растутъ часто на совершенно обнаженной, лишенной всякаго почвеннаго покрова скалѣ, такъ что каменистость субстрата, какъ это полагали Реманъ ¹⁾, а отчасти также Агеевко ²⁾ и Гольде ³⁾, отнюдь не является причиной преобладающаго безлѣсія Яйлы. Не можетъ служить препятствіемъ росту деревьевъ также недостатокъ влаги ⁴⁾ и процессъ прогрессирующаго закарстованія поверхности, какъ это высказалъ Шугуровъ ⁵⁾. Можно утверждать, наоборотъ, что древесная растительность скорѣе избѣгаетъ болѣе влажныхъ и покрытыхъ рыхлой почвой днища котловинъ и воронокъ, хотя въ нѣкоторыхъ случаяхъ она тамъ все-таки встрѣчается. Съ другой стороны, интенсивно развитыя карстовыя явленія бываютъ зачастую тѣсно ассоциированы съ богатой древесной растительностью.

Болѣе заслуживаетъ вниманія высказанное Г. Танфильевымъ ⁶⁾ предположеніе, что „избытокъ влаги и позднее освобожденіе почвы отъ снѣга, главнымъ образомъ, препятствуютъ развитію лѣса на Яйлѣ“. Въ пользу этого заключенія, по мнѣнію Танфильева, свидѣлствуетъ приуроченность лѣсковъ къ гребнямъ и склонамъ и къ стѣнкамъ овраговъ и ямъ, тогда какъ на ровныхъ мѣстахъ лѣса нѣтъ. „Лѣсъ выбираетъ мѣста, гдѣ имѣются условія для удаленія избытка воды, а имѣетъ съ тѣмъ и для скорѣйшаго освобожденія почвы отъ снѣга“. Мы видѣли, что фактъ приуро-

¹⁾ Reimann, Über die Vegetations-Formationen der taurischen Gebirge. Verhandlungen Zoologisch-Botanisch. Gesell. in Wien. XXV, 1875, стр. 398—401.

²⁾ Агеевко. Труды С.-Петербургскаго Общества Естествениспытателей, т. XVII, I, стр. 215.

³⁾ Гольде. Къ флорѣ вершинной плоскости главной гряды Таврической цѣпи, называемой Яйлой. Труды С.-Петербургскаго Общества Естествениспытателей, XXIX, вып. I, стр. 8—9.

⁴⁾ Намеки на то, что сухость почвы является немаловажнымъ факторомъ безлѣсія Яйлы, мы находимъ у Стевена (Steven. Verzeichnisse der auf der Taurischen Halbinsel wildwachsenden Pflanzen. Bull. Soc. Imp. Natur. de Moscou, XXIX, 1856, № 2, стр. 242—243; и у Н. Буна. Труды Юрьевского Ботаническаго сада, т. VII, 1906 г., стр. 72—74.

⁵⁾ Шугуровъ. Къ вопросу о безлѣсіи Крымской Яйлы. Записки Кримско-Кавказскаго Горнаго Клуба, 1907 г.

⁶⁾ Танфильевъ. Къ вопросу о причинахъ безлѣсія Крымской Яйлы. Изв. С.-П. Ботаническаго сада, т. II, вып. I, стр. 1.

ченности леса преимущественно въ такихъ мѣстахъ подмѣченъ Танфильевымъ совершенно вѣрно. Однако, на первый взглядъ каждому посетителю Яйлы приходится на умъ совершенно обратное положеніе, — что причиной безлѣся является именно недостатокъ влаги, каменистость и трещиноватость известняна, въ силу чего атмосферныя воды просачиваются въ глубину. Что касается количества осадковъ, то данныя метеорологической Ай-Петринской станціи безусловно указываютъ, что количество осадковъ само по себѣ не можеть разсматриваться, какъ причина безлѣся. На Яйлѣ въ среднемъ за 10-лѣтній періодъ (1896—1906 г.) выпало 745 мм., за періодъ (1900—1909) — 936,7 мм. Однако это количество осадковъ, повидимому, ниже дѣйствительнаго. Дѣло въ томъ, что установка дождемѣра на Ай-Петринской станціи была произведена неправильно, и, судя по новымъ даннымъ, среднее годовое количество осадковъ выражается цифрой 1070 мм.¹⁾

Осадки распределяются гораздо равномернѣе, чѣмъ на нижнемъ берегу²⁾; за періодъ 1896—1906 гг. число дней съ осадками въ среднемъ 125, туманы на Яйлѣ бываютъ сравнительно часто, именно въ среднемъ за годъ 135 дней съ туманами. Данныя о метеорологическихъ условіяхъ Яйлы по наблюденіямъ станціи на Ай-Петри, расположенной на высотѣ 1180 м., сгруппированы нами въ слѣдующей таблицѣ.

Слѣдовательно, само по себѣ количество осадковъ и ихъ распределение на Яйлѣ отнюдь не является препятствіемъ для произрастанія древесной растительности; вопросъ только, какъ расходуются эти осадки. Въ этомъ отношеніи вершинныя площади Яйлы представляютъ два типа: тогда какъ на каменистыхъ, лишенныхъ почвеннаго покрова мѣстахъ осадки быстро поглощаются трещинами горной породы, въ мѣстахъ, поверхность которыхъ покрыта непроницаемой глиной, осадки стекаютъ въ замѣнутыя котловины, и здѣсь существуютъ всѣ условія для долгаго задержанія атмосферныхъ водъ, которыя расходуются только путемъ испаренія. Точно также здѣсь происходитъ накопленіе снѣговыхъ массъ, сме-

¹⁾ Эта цифра приведена въ Путеводителѣ по Крыму, изданномъ Крымскимъ Обществомъ Естествоиспытателей и Любителей природы; среднее годовое количество осадковъ за 4 послѣдніе года, о которыхъ опубликованы данныя даже 1297,2 мм.

²⁾ На весну приходится 57%, на зиму 17%, на лѣто 5%, на осень 17% осадковъ.

Год.	Средняя температура января.	Средняя температура июля.	Средняя годовая температура.	Абсолютный максимум температуры за послѣд. 5.	Абсолютный минимум за послѣд. 5.	Количество осадков в м. м.	Облачность.	Число дней с туманами.	Число дней ливневых.	Число дней пасмурных.	Число дней со снегом.	Скорость ветра.	Число бурь.
1900	— 0,3	16,6	6,6	—	—	405,4	4,6	132	115	81	45	5,8	30
1901	— 4,2	16,6	6,9	—	—	770,1	5,3	156	104	156	46	6,1	97
1902	— 3,2	13,8	5,3	—	—	589,7	4,8	128	84	128	53	6,6	85
1903	— 3,9	15,0	6,1	—	—	801,9	6,2	112	86	112	86	4,9	98
1904	— 5,3	16,0	5,4	—	—	773,9	5,3	137	95	106	66	5,8	63
1905	— 5,6	16,2	6,0	—	—	828,7	5,6	129	75	109	62	5,8	76
1906	— 2,9	15,0	5,2	—	—	1364,5	5,9	154	51	114	65	6,7	117
1907	— 6,5	15,5	5,0	—	—	1249,0	5,8	124	71	111	76	5,8	98
1908	— 5,5	14,9	4,9	—	—	1014,1	6,3	137	55	130	87	6,4	114
1909	— 5,4	17,1	6,6	—	—	1561,1	5,9	150	61	117	76	6,0	61
Среднее.	— 4,2	15,7	5,7	—	—	826,7	5,5	135	80	116	61	5,8	30
—	—	—	—	26,1	— 30,4	1297,2	—	—	—	—	—	—	—
					Среднее по послѣдним 5 годам.								

таемых снега встроить, медленное их таяние, в особенности в мѣстах затѣненных, и коному интенсивное промокание почвы. Мы видѣли, что какъ разъ эти котловины и являются чаще всего безлѣсными, тогда какъ деревья безпрепятственно развиваются на голыхъ каменистыхъ площадяхъ. Такимъ образомъ взглядъ Таи-фильева имѣть, несомнѣнно, кое-что за себя. Но, съ другой стороны, и такіа ровныя задернованныя площади не абсолютно лишены древесной растительности. Намъ самимъ приходилось видѣть лѣски на днѣ „долинъ“. Талиевъ ¹⁾ указываетъ также на произрастаніе лѣса въ аналогичныхъ условіяхъ. Надо, однако, имѣть въ виду, что условия для скопленія снѣга и дождевой воды въ разныхъ мѣстахъ различны; различна и возможность ихъ дренажа. Пона не имѣется болѣе точныхъ наблюденій въ этомъ отношеніи, мы въ правѣ полагать, что такіа котловины, гдѣ воды задерживаются очень долго, такъ что происходитъ затопленіе или заболачиваніе ихъ, неблагоприятны для произрастанія деревьевъ. Такимъ образомъ, излишнее увлажненіе является однимъ изъ факторовъ, препятствующихъ развитію древесной растительности. Другимъ изъ такихъ факторовъ, быть можетъ, являются сильныя вѣтры, какъ это было высказано Стевеномъ ²⁾. Что сила вѣтра на Ялѣ болѣе значительна, чѣмъ на южномъ склонѣ и на южномъ берегу, это далеко не „результатъ субъективнаго обмана“, какъ выражается Талиевъ ³⁾, а является выводомъ, основаннымъ на метеорологическихъ наблюденіяхъ, и отмѣчалось также неоднократно безпристрастными въ этомъ отношеніи наблюдателями и мѣстными пастухами ⁴⁾. Талиевъ отрицаетъ также наличие на Ялѣ древесной растительности

¹⁾ Талиевъ, *ibidem*, стр. 35 „Лѣсъ (въ области АН-Петриской ялѣ) мы встрѣчаемъ одинаково какъ на хорошо развитыхъ почвахъ, достигающихъ безъ прироста каменъ толщиной фута и болѣе и богатыхъ гумусомъ, такъ и на скалистыхъ выходахъ известняка (на северныхъ пологихъ склонахъ, на ровныхъ лишенныхъ долинкахъ и на днѣхъ воронокъ).“

²⁾ Steven. Verzeichniss der auf der Taurischen Halbinsel wildwachsenden Pflanzen. Bull. Soc. Imp. Natur. de Moscou. XXIX, 1856, № 2. На роль вѣтра указывали также Агеевъ, Бушъ и Гольде.

³⁾ Талиевъ, *ibidem*, стр. 52.

⁴⁾ Такъ, въ Ялѣ скорость вѣтра лишь немного превышаетъ 2 (хвѣр. въ 1907 г.—2, 4, въ 1908 г.—2, 3, въ 1909 г.—2, 7). Число буръ за это же время было: въ 1907 г.—1, въ 1908 г.—2, въ 1909 г.—1. Ближе къ АН-Петриской станціи по числу буръ и по скорости вѣтра стоитъ станція Оеодисійскаго хвѣщества, такъ что сама по себѣ сила вѣтра не можетъ въ отдаленности считаться причиной безлѣсія Ялѣ.

съ защитными признаками приспособленія противъ вѣтра. Однако другими ботаниками такія формы указывались ¹⁾.

Наконецъ, третьимъ, и ны согласны въ этомъ съ Таліевымъ—наиболѣе важнымъ факторомъ современнаго безлѣсія Крымской Яйлы является вмѣшательство человѣка въ вѣковое хозяйство природы. Многія данныя, приводимыя Таліевымъ, Гольде, Бупчемъ и другими ботаниками, съ несомнѣнностью указываютъ на преимущественное значеніе этого фактора. Мы видѣли выше, что истребленіе древесной растительности продолжается на Яйлѣ и на нашихъ глазахъ, восстановленію же ея препятствуетъ въ значительной степени пастыба скота, объѣдающаго молодые всходы и не дающаго имъ подняться, а также вытаптывающаго сѣмена. Нѣтъ ничего удивительнаго, что древесная растительность при этихъ условіяхъ сохраняется, главнымъ образомъ, тамъ, гдѣ топографическія условія не благоприятны для пастыби скота, т.-е. на крутыхъ склонахъ возвышенныхъ площадей Яйлы или „долины“. Надо, однако, имѣть въ виду, что разъ уничтожена древесная растительность встрѣчаетъ препятствіе для своего возобновленія не только со стороны человѣка, но и со стороны другихъ факторовъ, какъ-то: сильныхъ вѣтровъ, избыточнаго увлажненія въ котловинахъ, конкуренціи со стороны травянистой растительности, въ особенности въ этихъ послѣднихъ. „Пока деревья росли здѣсь цѣлою группою, они могли упѣшно бороться съ тяжелыми условіями жизни, но по мѣрѣ того, какъ человекъ прямо или косвенно уменьшалъ это тѣсно сплоченное сообщество, эта борьба дѣлалась все болѣе и болѣе невозможной“ ²⁾.

Изъ этихъ теоретическихъ соображеній должны вытекать и практическія мѣры, направленныя къ возобновленію древесной растительности на Яйлѣ. Прежде всего необходимо пріостановить истребленіе еще уцѣлѣвшихъ здѣсь лѣсковъ, объявивъ, по крайней мѣрѣ, нѣкоторые изъ нихъ защитными. Что касается до облѣсенія Яйлы, то едва ли бы было целесообразно придериваться такому: 1) на днищахъ влажныхъ котловинъ, болѣе пригодныхъ для лугового хозяйства, такъ какъ избытокъ влаги и конкуренція со стороны сравнительно богатой травянистой растительности не даютъ здѣсь рассчитывать на успѣхъ, 2) на болѣе возвы-

¹⁾ Вульфъ, *ibidem*, стр. 42—44. Агеевко, *ibidem*.

²⁾ Вульфъ, *ibidem*, стр. 43.

ценныхъ каменистыхъ и открытыхъ площадяхъ Яйлы, гдѣ при современномъ безлѣсіи, сѣмена имѣютъ мало шансовъ прорасти, а скорѣе будутъ выдуты и унесены вѣтромъ. Больше всего шансовъ имѣть увеличеніе площади уже существующихъ лѣсовъ насажденіемъ деревьевъ по ихъ окраинамъ и лѣсонасажденіе на склонахъ имѣющихся на Яйлѣ котловинъ, гдѣ древесная поросль на первыхъ порахъ будетъ защищена отъ вѣтра. Со временемъ отъ этихъ оазисовъ лѣса можно будетъ подвигаться постепенно и на вершиннымъ оголеннымъ площадямъ Яйлы.

Лѣсоразведеніе на Яйлѣ, кромѣ той прямой выгоды, которая даетъ древесная масса, важно и для водяного хозяйства. Нѣтъ основанія рассчитывать, конечно, на увеличеніе запасовъ воды на Яйлѣ отъ лѣсонасажденія, но расходование воды станетъ болѣе равномернымъ: 1) снѣгъ подъ защитой деревьевъ будетъ таять медленнѣе, 2) стокъ дождевыхъ водъ также замедлится, а поэтому и смывъ продуктовъ вывѣтриванія въ трещины и къ поглощающимъ воду естественнымъ шахтамъ и воронкамъ станетъ не столь интенсивнымъ. Все это поведетъ къ болѣе быстрому почвообразованію, по сравненію съ оголенными участками Яйлы. Не надо, однако, думать, чтобы почвенный покровъ на такихъ лѣсныхъ площадяхъ, по своей мощности могъ сравниться съ почвами замкнутыхъ котловинъ, поросшихъ травой. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ почвообразованію способствуетъ, главнымъ образомъ, накопленіе рыхлыхъ алювіальныхъ и делювіальныхъ продуктовъ распада известняка, обусловленное составомъ горной породы и продолжительностью увлаженія.

Вліяніе облѣсенія Яйлы должно сказаться и на дебитѣ источниковъ, вытекающихъ на ея склонахъ, сдѣлавъ его нѣсколько болѣе постояннымъ, а это въ свою очередь уменьшитъ колебаніе воды въ рѣчкахъ и обезопаситъ отъ внезапныхъ губительныхъ паводковъ, причиняющихъ неисчислимыя убытки. Убытки эти послѣ каждого ливня исчисляются сотнями тысячъ рублей¹⁾. Такъ напримеръ, ливень 1905 г. совершенно уничтожилъ въ Усукотской долинѣ 50 десятинъ садовъ. Ливень 1909 года причинилъ на южномъ берегу убытковъ, зафіксированныхъ официальными актами, на общую сумму 300.000 руб., не считая убытковъ частныхъ ала-

¹⁾ К. Д. Кельстеръ. Къ вопросу объ урегулированіи водного хозяйства въ Крыму. 1913, стр. 6.

дѣлать, не поспавшихъ въ эти акты, и, наконецъ ливни 1912 года причинили въ теченіе іюня и іюля мѣсяцевъ убытковъ, зарегистрированныхъ Таврической губернской земской управой, не считая убытковъ городовъ, на сумму въ круглыхъ числахъ въ 2.000.000 рублей. Послѣдствія ливней въ іюлѣ 1914 г. еще у всѣхъ въ памяти.

Конечно, одними мѣропріятіями на Ялѣ невозможно бороться съ этими бѣдствіями. Непосредственный стокъ съ поверхности Яллы и въ настоящее время невеликъ, а большая часть влаги поступаетъ въ источники черезъ подземные пути, съ нѣкоторымъ замедленіемъ. Облѣсеніе сдѣлаетъ только нѣсколько равномѣрно дебитъ источниковъ. Большую гораздо опасность представляетъ стокъ съ крутыхъ склоновъ Крымскихъ горъ, въ особенности въ области развитія глинистыхъ сланцевъ. Поэтому рациональная борьба съ этимъ бѣдствіемъ, какъ это показали опыты во Франціи и въ Швейцаріи, должна состоять именно въ лѣсоразрѣженіи и лѣсоразведеніи на склонахъ и въ охранѣ цѣльности растительнаго покрова въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ лѣсоразведеніе можетъ оказаться непримѣнимымъ, т.-е. вообще въ мѣрахъ, заключающихся въ уменьшеніи коэффициента стока. Важны также въ этомъ отношеніи и проектируемая Парціей Крымскихъ Водныхъ Изысканій мѣры къ уменьшенію скорости въ горныхъ рѣкахъ путемъ устройства въ рѣкахъ плетней, поперечныхъ стѣновъ, перенатовъ, лотковъ и т. д.

Этотъ вопросъ имѣетъ еще другую сторону: быстрый стокъ воды во время ливней связанъ съ чрезвычайнымъ обмелѣніемъ рѣкъ въ сухое время года. Мѣры, направленныя къ урегулированію стока, дадутъ возможность также воспользоваться, по крайней мѣрѣ, частью тѣхъ водъ, которыя въ настоящее время безплодно и даже съ большимъ вредомъ для населенія стекаютъ въ море.

Все вышесказанное не относится, однако, непосредственно къ парцовой области Яллы. Для обезпеченія ея запасами воды единственно рациональнымъ методомъ является слѣдованіе тому пути, на который указываетъ сама природа; именно всѣ мѣры, направленныя къ уменьшенію поглощенія атмосферныхъ осадковъ въ глубину. Облѣсеніе Яллы до нѣкоторой степени будетъ благотвѣтельно и въ этомъ отношеніи. Но, съ другой стороны, лѣсная растительность

сама требует для своего развития ¹⁾ много воды, такъ что сколько-нибудь замѣтнаго увеличенія запасовъ влаги отъ лѣсоразведенія ожидать нѣтъ основанія. Развѣ что тѣ источники, которые при исключительныхъ топографическихъ условіяхъ выходятъ на поверхность на самой Яйлѣ, станутъ болѣе постоянными.

Но такіе источники на протяженіи всей Яилы насчитываются только единицами. Главными водоохранилищами на Яйлѣ въ настоящее время являются замкнутыя котловины и воронки, днаща которыхъ покрыты непроницаемой глиной.

Созданіе такихъ водоохранилищъ путемъ занрудъ, расширенія естественныхъ существующихъ ваннъ, воспрепятствованіе поверхностному стоку изъ нихъ воды тамъ, гдѣ таковой имѣется, (большою частью на окраинахъ Яилы), наконецъ, мѣры, регулирующія пастьбу скота и предохраняющія отъ вытаптыванія почвы скотомъ, — вотъ всѣ рациональные методы борьбы съ безводіемъ Яилы. Такими мѣрами можно увеличить значительно запасы воды, годной для водопоя скота, а въ исключительныхъ случаяхъ, при относительно высокомъ расположеніи данныхъ котловинъ, и для искусственнаго орошенія нѣкоторыхъ близлежащихъ площадей Яилы. Но эти стоячія воды дѣлаются непригодными для человека вследствие загрязненія уже въ серединѣ лѣта, поэтому населеніе принуждено для своего потребленія пользоваться водой изъ источниковъ, находящихся по большей части значительно ниже по склонамъ Яилы, или запасами снѣга и льда въ естественныхъ и искусственныхъ шахтахъ и пещерахъ-ледникахъ. Во многихъ изъ такихъ шахтъ, гдѣ въ настоящее время ледъ становится рано, можно искусственно увеличить зимой запасы снѣга, сваливая его туда съ прилегающихъ участковъ Яилы и закрывая съ поверхности эти ямы соломой, — приѣмъ, которымъ отчасти пользуется и теперь населеніе Яилы. Надо, однако, предохранить эти шахты отъ загрязненія ихъ съ поверхности, особенно органическими веществами, такъ какъ это послѣднее можетъ вызвать эпидемическія заболѣванія. Кромѣ этихъ источниковъ влаги, на Яйлѣ имѣются еще пещерыныя рѣки, правда, какъ это мы видѣли, въ ограниченномъ числѣ, и грунтовая вода, которая залегаютъ въ болѣе или менѣе снѣгомъ глубоко для того, чтобы ими можно было

¹⁾ К. Д. Кальстеръ, *ibidem*, стр. 14.

воспользоваться безъ капитальныхъ затратъ. Но въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, гдѣ благодаря тектоническимъ нарушеніямъ или какимъ-либо инымъ причинамъ, глинистые сланцы залегаютъ неглубоко, возможно бы было прибѣгнуть къ заложенію буровыхъ колодезѣй. Предварительно необходимо, однако, тщательное геологическое изученіе мѣста, такъ какъ иначе деньги могутъ оказаться выброшенными на вѣтеръ.

Этими мѣропріятіями, на нашъ взглядъ, ограничиваются всѣ меліорационныя мѣры, которыя могутъ быть примѣнены на Яйла. Нельзя рассчитывать, чтобы съ осуществленіемъ ихъ Яйла превратилась въ какое-либо эльдорадо, но доходность ея все-таки можетъ быть значительно повышена.

Еще одинъ практический вопросъ заслуживаетъ вниманія: несомнѣнно, что яйлы Крыма представляютъ немало интереса въ научномъ и туристическомъ отношеніи: во-первыхъ, съ нихъ открываются поразительной красоты виды какъ на Южный берегъ, такъ и на сѣверъ, во вторыхъ, здѣсь имѣются такіе достопримѣчательности, какъ сталактитовыя и ледяныя пещеры, изученіе которыхъ представляетъ интересъ какъ для геолога, такъ и для антрополога, зоолога и археолога; поэтому желательна была бы, во-первыхъ, пона не поздно, охрана этихъ памятниковъ природы отъ ихъ разрушенія и уничтоженія, какъ это сдѣлано, правда слишкомъ поздно, по отношенію къ Чатырдагскимъ пещерамъ, во-вторыхъ, улучшеніе путей сообщенія на Яйлы и, въ-третьихъ, устройство хотя бы примитивныхъ убѣжищъ на тѣхъ яйлахъ, гдѣ таковыхъ не имѣется.

З а к л ю ч е н і е.

Уже издавна въ географіи оцѣнивалось вліяніе, оказываемое особенностями горной породы на рельефъ и характеръ ландшафта той или другой мѣстности. Въ нѣкоторыхъ, правда довольно рѣдкихъ случаяхъ, физическія и химическія свойства горной породы являются главнымъ моментомъ, опредѣляющимъ ландшафтъ данной мѣстности; въ большинствѣ же случаевъ на ряду съ горной породой имѣютъ значеніе и климатъ, большая или меньшая интенсивность эрозіонныхъ процессовъ и условія залеганія горныхъ породъ, обусловленныя тектоникой, и, наконецъ, стадія цикла развитія, въ которой въ данный моментъ находится страна.

Выдѣлить среди всѣхъ этихъ моментовъ то, что необходимо отнести на долю горной породы, представляется далеко не всегда легкой задачей.

Среди горныхъ породъ, породы проницаемыя, растворимыя, и въ томъ числѣ известняки и доломиты, занимаютъ особое положеніе. Въ силу преобладанія въ нихъ *коррозіонныхъ* процессовъ и ослабленія поверхности смыва и эрозіи, особенности рельефа, зависящія отъ состава горной породы, выступаютъ съ большей ясностью и отчетливостью.

Въ карстовыхъ странахъ преобладающимъ процессомъ, видоизмѣняющимъ поверхность, является именно коррозія.

Начиная отъ самыхъ мелкихъ формъ поверхности карровыхъ дыръ и рытвинъ, черезъ воронки или „долины“, и кончая увалами и полями, мы имѣемъ генетическую цѣпь формъ, обязанныхъ своимъ происхожденіемъ преимущественно коррозіи.

Идея объ этой преобладающей роли коррозіонныхъ процессовъ въ моделіровкѣ карста не нова, но полное признаніе она постепенно получаетъ лишь въ самое послѣднее время, хотя и теперь еще продолжаютъ высказываться взгляды, несогласныя съ такимъ толкованіемъ.

Нашей задачей было, прежде всего, систематически прослѣдить и доказать преобладающую роль коррозіонныхъ процессовъ въ созданіи и эволюціи формъ карстового рельефа. Наиболѣе вѣрнымъ донаблюдательствомъ въ пользу нашего взгляда является тотъ фактъ, что измѣненіе въ составѣ известняковой породы влечетъ за собой и измѣненіе въ формахъ поверхности карста. Въ частности наши наблюденія подтверждаютъ, кромѣ того, значительную роль свѣта среди коррозіонныхъ агентовъ.

Но не только формы поверхности, но и гидрографія и цикль развитія карстового ландшафта, въ значительной степени, опредѣляются большей или меньшей растворимостью горной породы, а, слѣдовательно, преобладающимъ вліяніемъ коррозіонныхъ процессовъ.

Что касается глубинной циркуляціи въ карстѣ, то какъ изученіе литературы, такъ и личныя наблюденія приводятъ насъ къ признанію грунтовыхъ водъ, подчиненныхъ въ своемъ залеганіи опредѣленной закономерности.

Сѣтъ ходовъ, пересекающихъ въ разныхъ направленіяхъ изве-

стияковую толщину, въ верхнихъ ея горизонтахъ, т.-е. въ зонѣ вертикальной циркуляціи, обыкновенно наполнена воздухомъ и служитъ лишь для проведенія атмосферныхъ осадковъ (или воды поглощенныхъ рѣкъ) къ грунтовымъ водамъ; сифональное движеніе воды подъ напоромъ здѣсь, въ большинствѣ случаевъ, не можетъ имѣть мѣста.

Въ этой зонѣ вертикальной циркуляціи фактически отсутствуютъ водотоки, т.-е. ходы, переполненные водой, пустулируемые защитниками теоріи водотоковъ. Если такіе независимые отъ залеганія грунтовыхъ водъ водотоки, какъ исключеніе и наблюдались, то это именно исключенія, въ тому же легко объяснимыя или особыми тектоническими условіями, или составомъ горной породы, или, наконецъ, юной стадіей развитія карстового процесса.

Стадія развитія карста, въ конечномъ счетѣ, зависитъ отъ глубины залеганія грунтовыхъ водъ, которая является базисомъ эрозіи для страны. Когда поверхность подъ совокупнымъ воздействием субаэральныхъ процессовъ и процессовъ, протекающихъ въ глубинѣ, оказывается пониженной до горизонта грунтовыхъ водъ, процессъ закарстованія прекращается, и дальнѣйшая эволюція подчиняется уже законамъ, общимъ для мѣстностей, гдѣ развиты непроницаемыя породы.

Выясненіе единства процессовъ, протекающихъ на поверхности и въ глубинѣ, ихъ взаимной связи и обусловленности, является вторымъ главнымъ выводомъ этой работы.

Что касается въ частности карста Крыма то и здѣсь удалось прослѣдить ту же генетическую связь между отрицательными формами рельефа: каррами, воронками, увалами и полями, и констатировать наличность въ Крыму двухъ послѣднихъ типовъ ваннъ.

Гидрографія Крымскаго карста въ силу того, что грунтовая вода здѣсь, какъ правило, залегаютъ въ настоящее время не въ известнякахъ, а въ подстилающихъ ихъ конгломератахъ и песчаникахъ, представляла сравнительно мало instructive для разъясненія общихъ законовъ гидрографіи карста. Однако, въ которыхъ исключенія изъ общаго правила и, въ особенности, источники рѣкъ, выбивающіеся на поверхность на границѣ распространенія известняковъ и непроницаемыхъ породъ, были подробно обследованы.

Пещеры Крыма болѣею частью расположены въ зонѣ вертикальной циркуляціи и въ настоящее время служатъ лишь для

проведения просачивающейся воды. Только относительно немногих возможно допустить, что в сезоны, обильные осадками, они затопляются грунтовыми водами.

Обследованию пещер нами было уделено сравнительно мало внимания, так как мы не располагали необходимыми для этого материальными средствами и достаточным свариванием. Тем не менее описание крымских пещер с схематическими планами некоторых из них, помещено в этой работе в виде сырого материала, могущего оказать известную пользу при последующих более подробных исследованиях.

Из пещер особый интерес представляет пещера-ледник Большой Бузрук. Эта пещера принадлежит к типу мышкообразных, условия сохранения в которых льда выясняются сравнительно легко.

В связи с этим, мы на основании литературных данных рассмотрели вообще условия образования пещер-ледников и показали, что они подчинены определенной закономерности и что главную роль при этом играют токи воздуха, отнимающие в холодное время года тепло у горной породы.

Температурные наблюдения в пещерах и источниках проводились нами в очень ограниченном числе, тем не менее сопоставление имеющихся данных показало, что положение Ю. Листова об изотермальности источников Крыма не может быть принято.

Попутно при изучении карстовых явлений нами были затронуты также вопросы, не входившие прямо в рамки нашего исследования, как напр. вопрос о строении главной гряды Крымских гор.

Имеющийся по этому вопросу материал заставляет отнести Яйлу Крыма к категории *остаточно-глыбовых* гор, а поверхность ее считать за *пенеплен*, выработка которого относится к одному из предшествовавших циклов развития. Участие карстовых процессов при создании этого пенеплена весьма правдоподобно, но не может быть в настоящее время сколько-нибудь наглядно проследиено, ввиду того что после последнего поднятия Яйлы карстовые процессы оживились и в настоящее время мы видим перед глазами формы поверхности, выработанные уже при современном цикле развития карста. Этот последний цикл раз-

вития въ зависимости отъ суммы условій (тектоническихъ и петрографическихъ) подвинулся неодинаково далеко въ разныхъ частяхъ Яйлы, такъ что по сосѣдству одинъ отъ другого мы находимъ участки Яйлы въ стадіяхъ зрѣлости и старости.

Подробное знакомство съ различными участками Яйлы позволило намъ высказать взглядъ и по злободневному вопросу о древесной растительности на Яйгѣ. Существованіе лѣсковъ или одиночныхъ деревьевъ почти на всѣхъ яйлахъ и продолжающееся и на нашихъ глазахъ истребленіе здѣсь древесной растительности, приводитъ къ заключенію, защищаемому В. Талевымъ, что преобладающее въ настоящее время безлѣсіе Яйлы было вызвано вмѣшательствомъ человѣка въ хозяйство природы. Однако, возобновленіе лѣса встрѣчаетъ препятствіе со стороны также и иныхъ физико-географическихъ факторовъ, какъ-то чрезмѣрной влажности почвы въ котловинахъ и воронкахъ, сильныхъ вѣтровъ на открытыхъ мѣстахъ, конкуренціи со стороны травянистой растительности.

Формы использования Яйлы человѣкомъ должны быть строго приурочены къ топографическимъ и инымъ условіямъ даннаго участка и, поэтому, различны въ разныхъ ея частяхъ.

R é s u m é.

Il y a longtemps, comme on sait, que la nature de la roche apparaît aux géographes comme un facteur appréciable dans la formation du relief d'un pays et du caractère de son paysage. Il est des cas, assez rares, il est vrai, où les propriétés physiques et chimiques de la roche sont le facteur principal déterminant le caractère du paysage; dans la plupart des cas, au contraire, d'autres facteurs importants agissent en même temps que la nature de la roche, notamment le climat, l'intensité plus ou moins grande des phénomènes d'érosion, les conditions de stratification des roches, conditions déterminées par la tectonique du pays et enfin le stade de l'évolution de la région à un moment donné. Déterminer, parmi tant de facteurs différents, la part qui revient à la constitution de la roche est souvent une tâche fort malaisée.

Parmi les roches, celles qui sont perméables, solubles et en particulier les calcaires et les dolomies occupent une place à part. La

prédominance que l'on y observe des phénomènes de *corrosion* et l'affaiblissement de l'ablation par ruissellement et de l'érosion font que les particularités de relief dépendant de la constitution des roches y apparaissent avec une grande netteté.

Dans les contrées karstiques, de tous les phénomènes modifiant la surface du sol, celui qui a le rôle prépondérant est justement la corrosion. Si nous partons des formes les plus menues du relief, petits trous dans la surface calcaire, lapiés, pour arriver aux grandes dépressions „ouvalas" et bassins fermés (polyes) en passant par les entonnoirs ou „dolines", nous aurons parcouru toute la série génétique des formes de dépression dont l'origine est principalement due à la corrosion.

L'idée du rôle prépondérant des phénomènes de corrosion dans le modelage du karst n'est pas nouvelle, mais elle n'a que depuis très peu de temps l'adhésion entière des géologues; encore certaines opinions exprimées aujourd'hui ne sont-elles pas d'accord avec cette interprétation.

Soumettre à un examen systématique les phénomènes de corrosion, en montrer le rôle prépondérant dans la formation du relief karstique, tel a été avant tout le but que nous nous sommes proposé. Le fait qui milite le plus en faveur de cette manière de voir, c'est que, lorsque la constitution de la roche calcaire varie, il s'en suit un changement correspondant dans la configuration superficielle du terrain karstique. En particulier, nos observations confirment en outre le rôle important joué par la neige comme agent corrosif.

Mais la configuration superficielle du terrain n'est pas seule à varier suivant le plus ou le moins de solubilité de la roche; dans une forte mesure, l'hydrographie et le cycle de développement du paysage karstique sont déterminés par le même facteur, et, partant, par l'influence prépondérante des phénomènes de corrosion.

Quant à la circulation intérieure dans les parties profondes du terrain karstique, nos observations personnelles aussi bien que l'étude de la littérature spéciale nous amènent à admettre l'existence d'un niveau hydrostatique ou d'une nappe souterraine (discontinue) soumise à des lois déterminées.

Le réseau de fissures traversant dans différentes directions la couche calcaire dans ses parties supérieures, c. à. d. dans la zone de circulation verticale, est ordinairement rempli d'air et sert

uniquement à l'infiltration des eaux météoriques (ou de l'eau des rivières absorbées) qui vont rejoindre les nappes souterraines; dans la plupart des cas il ne peut se produire ici de mouvement ascensionnel de l'eau sous pression suivant le principe du siphon.

Les canaux d'écoulement, c. à. d. les conduits remplis d'eau supposés par les partisans de la théorie des canaux d'écoulement, sont en fait absents dans cette zone de circulation verticale. Si l'on a parfois constaté exceptionnellement la présence de canaux de ce genre indépendants de la position de la nappe souterraine, ces faits doivent être précisément regardés comme des exceptions, dont il serait d'ailleurs facile de trouver l'explication dans les conditions tectoniques particulières à un terrain, dans la constitution chimique de la roche ou, enfin, dans le stade peu avancé de développement du processus karstique.

Le stade de développement du processus karstique dépend en fin de compte de la profondeur à laquelle s'étalent les eaux souterraines qui constituent la base d'érosion pour un pays donné. Lorsque la surface du sol, sous l'action combinée des phénomènes subaériens et des phénomènes ayant lieu dans les profondeurs de la roche, se trouve être abaissée jusqu'à l'horizon des eaux souterraines, le processus karstique s'arrête et l'évolution ultérieure s'accomplit selon les lois communes aux pays où sont répandues les roches imperméables.

L'unité des phénomènes se manifestant à la surface et de ceux qui ont leur siège dans les profondeurs du sol, leurs rapports mutuels et leur mutuelle dépendance, telle est la seconde conclusion où nous mène la présente étude.

Pour ce qui concerne particulièrement le karst de Crimée, nous avons pu là aussi surprendre le même lien génétique entre les différentes formes négatives du relief—lapiès, entonnoirs, „ouvalas“ et polyès, et constater la présence en Crimée de ces deux derniers types de dépressions.

Étant donné qu'en thèse générale les nappes souterraines de Crimée s'étalent actuellement non dans les couches calcaires, mais dans les conglomérats et les grès sur lesquels ces couches reposent, l'hydrographie du karst criméen n'offrait qu'un intérêt médiocre pour l'étude des lois générales de l'hydrographie du karst. Cependant quelques exceptions à la règle générale ont été l'objet d'une étude

détaillée, particulièrement les résurgences de rivières jaillissant à la surface sur la limite de gisement des calcaires et des roches imperméables.

Les grottes de Crimée sont pour la plupart situées dans la zone de circulation verticale; elles servent de passage aux infiltrations d'eaux pluviales et c'est là actuellement leur unique fonction. Ce n'est qu'à l'égard de quelques-unes que l'on peut admettre que dans les saisons de pluie abondante ou au printemps, elles sont envahies par les eaux souterraines.

Nous n'avons pas donné à l'exploration des grottes toute l'attention que nous aurions voulu, parce que nous ne disposions ni des ressources matérielles nécessaires, ni d'un équipement suffisant. Cependant nous donnons dans cet ouvrage une description des grottes de Crimée avec les plans schématiques de quelques-unes, cela à titre d'indications générales pour les explorateurs de l'avenir qui voudraient faire de ces grottes une étude plus détaillée.

Parmi ces grottes, la grotte-glacier du Grand Bouzlouk (Bolchoi Bouzlouk) offre un intérêt particulier. Elle appartient au type des grottes en cul-de-sac, grottes dont la disposition explique assez bien pourquoi la glace s'y conserve toute l'année.

Cette dernière question nous a amené à examiner d'après la littérature existante les conditions de formation des grottes-glaciers en général; nous avons trouvé qu'elles obéissent à des lois déterminées et que parmi les conditions qui président à leur formation, le rôle principal appartient aux courants d'air retirant la chaleur à la roche dans la saison froide.

Nous n'avons pu faire qu'un nombre très restreint d'observations sur la température des grottes et des sources; néanmoins, en rapprochant les données que nous possédons, nous pouvons établir que la thèse de M. I. Listov sur l'isothermie des sources de Crimée ne saurait être acceptée pour vraie.

Au cours de nos recherches sur les phénomènes relatifs au karst, nous avons incidemment touché à des questions qui n'entraient point directement dans les limites de notre étude, p. ex. à la question de la structure de la chaîne principale des montagnes de Crimée.

Les données que l'on possède à ce sujet doivent nous amener à ranger le karst de Crimée dans la catégorie des régions plissées

arasées et affectées par des failles (Остаточно-глыбовые горы—Rumpfschollengebirge) et à considérer sa surface comme une péninsule dont la formation remonte à l'un des cycles d'érosion antérieurs.

La participation à cette formation des phénomènes karstiques offre une grande vraisemblance, vraisemblance que d'ailleurs on ne saurait appuyer aujourd'hui par des observations directes.

En effet, depuis le dernier soulèvement du laïla les phénomènes karstiques se sont rajeunis nous sommes donc aujourd'hui en présence de configurations de terrain dont la formation se rattache au cycle moderne de développement karstique. Ce dernier cycle n'est pas également avancé dans son évolution sur tous les points, parce que la somme des conditions (tectoniques et pétrographiques) varie d'une partie du laïla à une autre; ainsi deux parties voisines du laïla peuvent être d'âges différents, l'une, p. ex., parvenue au stade de la maturité, l'autre à celui de la vieillesse.

L'exploration que nous avons faite des différentes parties du laïla nous a mis à même de nous faire une opinion sur une question très discutée, celle de la végétation forestière du laïla. L'existence dans presque tous les laïlas de petites forêts ou d'arbres isolés et la destruction qui s'y poursuit sous nos yeux de la végétation forestière, nous autorise à penser avec M. Taliev que, si dans le laïla de nos jours les régions boisées sont l'exception et l'absence de forêts la règle, cela est dû à l'intervention de l'homme dans l'économie de la nature. Cependant d'autres facteurs, d'ordre physico-géographique, s'opposent à la résurrection des forêts, p. ex. l'humidité excessive du sol dans les bassins fermés et entonnoirs, la violence des vents dans les parties découvertes, la concurrence de la végétation herbacée.

Les formes d'utilisation du laïla par l'homme doivent être rigoureusement adaptées aux conditions topographiques et autres particularités physiques de telle ou telle portion du laïla et, partant, doivent varier suivant les régions à exploiter.

Литература.

1. Abich, G. Ueber einen in der Nähe von Toula stattgefundenen Erdfall. *Mélanges physiques et chimiques*, 1854, т. II.
2. Агеенко, В. О распространении растений на Таврическом полуострове. Труды Спб. Общества Естественныхиспытателей, т. XVII, вып. I, 1888.
3. Агеенко, В. Флора Крыма. Ботанико-географический очерк Таврического полуострова, 1890.
4. Ami Boué. Ueber die Karst- und Trichterplastik im allgemeinen. Sitzungsberichte der Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. *Naturmath.* Kl. XLIII, 1861.
5. Андрусовъ, Н. Геотектоника Керченского полуострова. Материалы по геологии России, т. XV.
6. Андрусовъ, Н. Геотектоника Керченского полуострова. Новорос. Общество Естественныхиспытателей, т. IX, вып. 1 и 2, т. XI, вып. 2, т. XIV, выпускъ 2.
7. Balch. Ice-caves and the Causes of subterranean Ice. *Journal of the Franklin Institute*, mars 1897. Philadelphia.
8. Becker. Die Karrenfelder des Exkursionsgebietes. *Jahrbuch des Schweizer Alpenklubs*, XIII, 1879.
9. Boblaye. *Expédition scientifique de Morée. Géologie et Minéralogie*, 1833.
10. Boegan. *Le sorgenti d'Aurisina*.
11. Block, G., Lahner, H. und Gannersdorfer, G. *Höhlen im Dachstein*, Graz, 1913.
12. Борисякъ, А. Предварительный отчетъ. Извѣстія Геологическаго Комитета, 1903, № 4.
13. Борисякъ, А. Предварительный отчетъ. Извѣстія Геологическаго Комитета, 1904, т. XXIII, № 1.
14. Борисякъ, А. Предварительный отчетъ. Извѣстія Геологическаго Комитета, 1905, т. XXIV, № 1.
15. Борисякъ, А. Предварительный отчетъ. Извѣстія Геологическаго Комитета, 1906, № 2.
16. Борисякъ, А. Предварительный отчетъ. Извѣстія Геологическаго Комитета, 1909, № 4.
17. Van den Broek, E. A. Martel et E. Rahier. *Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique*. Bruxelles, 1910.
18. Бушъ, Н. О безъеи Крымской ялы. Труды Ботаническаго сада Юрьевскаго университета, 1907, т. VII, вып. 2.
19. Вульфъ, Е. Демерджи и Караби-ялы въ Крыму и задача мелюраліи Ялы. „По Крыму“. Сборникъ II. Изд. Крымскаго Общества Естественныхиспытателей и Любителей природы, 1914.
20. Chabot. *Étude sur une région karstique du Jura méridional. Annales de géographie*, 1913.
21. Chaix, E. Contribution à l'étude des Lapiaz. *Le Silbern* (Schwytz). Le Globe, Genève, juin, 1905.
22. Christ. *Das Pflanzenleben der Schweiz*. Zürich, 1882.

23. Cosyn, M. G. Essai d'interprétation chimique de l'altération des schistes et des calcaires. Bull. Société belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrographie, t. XXI, 1907.
24. Crammer, Karren und Dolinen der Uebergossen Alm. Peterm. Mitt. 1902, стр. 9.
25. Crammer, H. Eishöhlen und Windröhren Studien Abhandl. der k. k. Geograph. Gesellschaft in Wien, 1899.
26. Cvijić, I. Das Karstphänomen. Geographische Abhandlungen herausgegeben von Prof. Albrecht Penck in Wien. Band V, Heft 3.
27. Cvijić, I. Morphologische und glaciäre Studien aus Bosnien. Abhandlungen der geographischen Gesellschaft in Wien, Band. II и III, 1901.
28. Cvijić, I. Bildung und Dislocierung des Dinarischen Gebirges. Peterm. Mitt., 55 Band, Heft. VI, VII, VIII, 1909.
29. Danes. La Narsuta inférieure. La Géographie, t. XIII.
30. Daniloff. Le district de Jalta. Etude de géographie physique. (Thèse de doctorat).
31. Daubrée, A. Les eaux souterraines.
32. Daubrée, A. Étude synthétique de géologie expérimentale. Paris, 1879—1880.
33. Demidoff, Anatol. Voyage dans la Russie Méridionale et la Crimée, Paris 1840—42, 4 vol.
34. Dieuef. Libanon. Peterm. Mitt. Ergänzungsheft. 1896.
35. фонъ-Дитмаръ, Б. Незнаюшая рѣка Поникла. Землеустройство, т. X, 1903, кн. 2—3.
36. Дмитриевъ, В. Осмотръ пещеръ во время похода на Чатырдагъ. Записки Крымскаго Горнаго Клуба, вып. 3, 1893.
37. Докучаевъ, В. Материалы по оцѣнкѣ земель Нижегородской губ., вып. XIII.
38. Dubois de Monpereux. Voyage autour du Caucase et en Crimée, v. V, et VI.
39. Eckert, Max. Das Gottesackerplateau, ein Karrenfeld in Algau. Wissenschaft. Hefte des D. u. Oest. Alp. Vereines, 1902.
40. Eckert, Max. Das Karrenproblem. Die Geschichte seiner Lösung. Leipzig. 1896.
41. Головкинскій, Н. Источники Чатырдага и Бабугана. Прилож. № 2 къ Отчету гидрогеолога Таврической Губернской Земской Управы. Симферополь, 1893.
42. Головкинскій, Н. Отчетъ гидрогеолога Тавр. Губерн. Земской Управы за 1887 г.
43. Головкинскій, Н. Дополненіе къ Отчету гидрогеолога Тавр. Губерн. Земской Управы за 1892 г., приложение № 2.
44. Гольде. Къ флорѣ вершинной плоскости главной гряды Таврической цѣпи, называемой Яйлой. Труды Сиб. Общества Естественнаиспытателей, т. XXIX, вып. 1.
45. Гольде. Физиономія растительности Крымской яйлы. Ботаническій журналъ, 1906, № 4.
46. Grund, A. Die Karsthydrographie. Geographische Abhandlungen, herausgegeben von Prof. Alb. Penck. in Wien. Band VII, Heft 3, 1903.
47. Grund, A. Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges.

Geographische Abhandlungen herausgegeben von Prof. Alb. Penck. in Berlin, Band IX, Heft 3, 1910.

48. Grund, A. Nochmals zur Morphologie des Dinarischen Gebirges. Peterm. Mitt., 1912, 2. Halbband, crp. 204.

49. Guide des excursions du VII congrès géologique international à St.-Petersb. 1897.

50. Hassert, K. Beiträge zur physischen Geographie von Montenegro. Peterm. Mitt. Ergänzungsheft. № 115.

51. Haug, E. Traité de géologie, t. I et II, parties 1, 2, 3, 1908—1911.

52. Haus, A. Die Arbeiten des Karst-Comités im Jahre 1885. Oester. Touristen-Zeitung, 1887, № 7.

53. Heim, A. Einiges über Verwitterungsformen der Berge. Neujaarsblätter der Züricher Naturforschenden Gesellschaft aus das Jahr 1874.

54. Heim, A. Über die Verwitterung im Gebirge, V Band, 5. Heft der Offent. Vorträge gehalten in der Schweiz. Basel, 1879.

55. Heim, A. Über die Karrenfelder. Jahrbuch d. Schweiz. Accadem. 1877—1878.

56. Heim, A. Handbuch der Gletscherkunde.

57. Hilpert, H. Die historische Entwicklung der Frage nach dem Wesen des Karstphänomens. Inaugural-Dissertation. Würzburg, 1907.

58. Hoernes, Zur Erklärung der Karsterscheinungen Geia, XVI, 1890.

59. Hovey, M. La nouvelle carte de Mammoth-cave. Spelunea, VII, p. 361.

60. Favre, Étude stratigraphique de la partie sud-ouest de la Crimée. 1877.

61. Fugger, Der Untersberg. Wissenschaft. Beobachtungen und Studien. Zeitschrift des D. u. Oester. Alpen-Vereines, XI, 1880.

62. Fugger, Eishöhlen und Windröhren. Salzburg, 1891—1893.

63. Fugger, Ueber Eishöhlen. Peterm. Mitt., 1883.

64. Fuchs, (По вопросу объ образовании terra rossa) Verhandlungen der geolog. Reichs-Anstalt. 1875.

65. Jahresbericht der Section Küstenland des Deutschen und Oester. Alpen-Vereines für das Jahr 1906.

66. Зайцев, А. Изъ впечатлѣній похода къ пещерамъ Чатырдага. Записки Крымско-Кавказскаго Горнаго Клуба, 1906, № 9—12.

67. Каракашъ, Н. Кунгурская „ледяная“ пещера на Уралѣ. Труды Спб. Общества Естественныхъ Исследователей, 1905, № 1.

68. Каракашъ, Н. Объ условіяхъ залеганія артезианскихъ водъ въ Геологическомъ уѣздѣ Таврич. губ. Труды Спб. Общества Естественныхъ Исследователей, т. XXI, 1890.

69. Каракашъ, Н. Гидрогеологическія изслѣдованія верховьевъ рѣки Салгира для водоснабженія города Симферополя.

70. Каракашъ, Н. Предварительный отчетъ. Извѣстія Геологич. Комитета, 1904, т. XXIII, № 1.

71. Каракашъ, Н. Предварительный отчетъ. Извѣстія Геологич. Комитета, 1907, № 1—2.

72. Katzer, F. Karst und Karsthydrographie. Saragvo, 1909.

73. Katzer, F. Ein Beitrag zur Geologie von Ceara (Brasilien). Denkschriften der Math.-naturw. Klasse der Kais. Akademie der Wissensch. 1905.

74. Кейльгакъ, К. Подземныя воды и источники. Переводъ подъ редакціей Н. Отопчago. 1914.

75. Keller. Bemerkungen über Karren oder Schravten in den Kalkgebirgen. Neujahrsblatt der Züricher Naturforschenden Gesellschaft auf das Jahr 1840, XIII.

76. Кельстеръ, К. Къ вопросу объ упорядоченіи воднаго хозяйства въ Крыму. Изд. Главнаго Управленія Землеустройства и Земледѣлія. Ялта, 1913.

77. Kende, O. Handbuch der geographischen Wissenschaft, herausgegeben von Oskar Kende, I Teil. Allgemeine Erdkunde. Wien, 1914.

78. Кёррен, Р. Ueber die Temperatur von 130 Quellen der Taurischen Halbinsel. Mémoires de l'Académie des Sciences de S. P., math. Série VI, t. II.

79. Кёппенъ, П. Описаніе Туакской пещеры. Соревнователь, т. XIV, 1821.

80. Клеппингъ, Н. Ледяная пещера Бузлукъ. Записки Крымскаго Общества Естествениспытателей и Любителей природы, т. II, 1912.

81. Клеппингъ, Н. Геологическій очеркъ Крыма. „Крымъ“, путешественникъ. Изданіе Крымскаго Общества Естествениспытателей и Любителей природы. Симферополь, 1914.

82. Von-Knebel, W. Höhlenkunde. Die Wissenschaft. Sammlung naturwissenschaftlicher und mathematischer Monographien. 1906.

83. Колмогоровъ, А. Карстовая рѣка Рагуша. Землеустройство, т. XIV, 1907, кн. 1—2.

84. Кондараки, В. Универсальное описаніе Крыма, ч. III, 1883.

85. Красильниковъ, О. Поѣздка на Ямалъ-тау. Землеустройство, т. XI, 1904, кн. 4.

86. Kraus, Fr. Höhlenkunde. Wien, 1894.

87. Kraus, Fr. (Рецензія на работу Цинча „Karstphänomen“). Globus, Band. 65, 1894.

88. Krebs, N. Die Halbinsel Istrien. Pencks Abhandlungen. Band IX. Heft. 3, 1907.

89. Krebs, N. Offene Fragen der Karstkunde. Geographische Zeitschrift, 1910, № 3.

90. Krebs, N. Neue Forschungsergebnisse zur Karsthydrographie. Peterm. Mit. 1908.

91. Криштафовичъ, А. Къ вопросу о растительности Крымской ялты. Извѣстія Сиб. Ботан. Сада, т. VII, 1907, № 5—6.

92. Круберъ, А. О карстовыхъ явленіяхъ въ Россіи. Землеустройство, т. VII, 1900, кн. 3—4.

93. Круберъ, А. Изъ лѣтнихъ странствованій по Ялтѣ. Землеустройство, т. XIII, 1911, кн. 1—2.

94. Круберъ, А. Изъ наблюденій надъ карстомъ въ окрестностяхъ Гайръ и на Караби-ялтѣ. Землеустройство, т. XIX, кн. 1—2, 1912.

95. Круберъ, А. Поѣздка на Аюдику. Естествознаніе и Географія, 1912, кн. 1.

96. Krouber, A. Cavernes du Tchaurydagh. Spelunca. 1909.

97. Круберъ, А. Гидрографія карста. Сборникъ въ честь 70-лѣтія Д. Н. Апунина. 1913.

98. Леваковский, И. Изъясненіе надъ образованіемъ Таврическихъ горъ. Труды Харьковскаго Общества Испытателей природы, т. XIV, 1881.
99. Лебединцевъ и Бондаревъ. Химическій составъ воды пещеръ Чатырдага. Записки Крымск. Горн. Клуба, 1896, № 1.
100. Леоновъ, В. Озера Нижней Рачи. Земледѣліе, т. IX, 1901 кн. 2—3.
101. Листовъ, Ю. Физико-географическія изслѣдованія въ Таврическихъ горахъ. Изв. Имп. Русск. Геогр. Общ., т. XXVIII.
102. Листовъ, Ю. Данныя относительно тектоники Таврическихъ горъ. Изв. Имп. Русск. Геогр. Общ., т. XXV.
103. Листовъ, Ю. Пещеры-ледники. Матеріалы для геологии Россіи, т. XII, 1885.
104. Lohman, H. Das Höhleneis unter besonderer Berücksichtigung einiger Eishöhlen des Erzgebirges. Dresden, 1895.
105. Ritter von Losinski, W. Die Karsterscheinungen in Galizisch Podolien. Wien, 1907 (Separat-Abdruck aus dem Jahrbuch d. k.-k. geologischen Reichsanstalt 1907, Bd. 57, Heft. 4).
106. Лукашевичъ, Д. Неограниченная жизнь земли, ч. III, 1911.
107. Machatek, Fritz. Versuch einer geomorphologischen Monographie der Schweizer Jura. Peterman, Mitt. Ergänzungsheft, № 150.
108. Mahau, I. Les cavernes de Catalogne et des îles Baléares. Spelunca, t. VIII, № 67.
109. Magey, M. Cours d'eau souterrains du Cammon au Laos. Spelunca, t. VII, № 52.
110. Martel, E. A. Les Sévennes (études des Causses 1883—1884). Paris, 1890.
111. Martel, H. A. Les Abîmes. Paris, 1894.
112. Martel, E. A. La spéléologie ou science des cavernes. Scientia, № 8. Paris, 1900.
113. Martel, E. A. L'évolution souterraine. Paris, 1898.
114. Martel, E. A. Universalité et ancienneté des phénomènes caverneux du calcaire. La spéléologie au XX siècle. Spelunca, VI, p. 561.
115. Martel, E. A. Sur l'Oncane de Chablères (Hautes Alpes) et l'origine des lapiaz. Comptes Rendus des Séances de l'Académie d. Sc. de Paris, 16 août 1904, et la Nature 1905.
116. Martel, E. A. La spéléologie au XX siècle. Spelunca, t. VI.
117. Martel, E. A. Inaptitude des stalagmites à servir d'élément chronologique pour la préhistoire dans les cavernes. Spelunca, VI, p. 573.
118. Martel, E. A. Du mode de remplissage des Cavernes. Spelunca, t. VI, p. 557.
119. Martel, E. A. Critique de l'ouvrage Dr. Alfred Grund, „Die Karsthydrographie, Spelunca VII, p. 343.
120. Martel, E. A. La cote d'azur russe.
121. de-Martonne, E. Traité de géographie. Deuxième édition. 1913.
122. Merzbacher, G. Caucasus. Leipzig, 1901.
123. von-Mojsisowics, E. Zur Geologie der Karsterscheinungen, Zeitschrift d. Deutsch. und Oest. Alpen-Vereines, B. XI, 1880.

124. von - Mojsisowics, E. Westbosnien und Türkisch-Croatien. Jahrbuch der geolog. Reichsanstalt zu Wien, 1880.
125. Moser, Der Karst und seine Höhlen. Triest, 1889.
126. Neischel, A. Die Höhlen der Fränkischen Schweiz und ihre Bedeutung für die Entstehung der dortigen Thäler, 1904.
127. Neumayer, M. Zur Bildung der Terra rossa. Verhandlungen der geolog. Reichs-Anstalt, 1875.
128. Новиковъ, М. Скельская пещера и ея фауна. Записки Крымскаго Общества Естествоиспытателей и Любителей природы, т. I, 1911.
129. Oswald, F. Zur tectonischen Entwicklungsgeschichte des armenischen Hochlands. Peterm. Mitt. 1910, S. 70.
130. Pallas, P. S. Reise durch verschiedene Provinzen des Russischen Reiches. Zweiter Theil, Erstes Buch.
131. Penck, A. Das Karstphänomen. Schriften des Vereines zur Verbreitung natur. wiss. Kennt. in Wien, 1904.
132. Penck, A. Die Formen der Landoberfläche. Verhandl. des IX. Deutsch. Geographentages in Wien, 1891.
133. Penck, A. Geomorphologische Studien aus der Herzegowina. Zeitschrift des Deutsch. und Oester. Alpen-Vereines. Band 31, 1900.
134. Penck, A. Das Land Berchtesgaden. Zeitschrift des D. und Oester. Alpen-Vereines, 1885.
135. Петровъ, Н. Крымскія пещеры Иель-Хоба и Хароптыль-хоба, Землеѣдѣніе, 1911, кн. 1—2.
136. Prinz, W. Les cristallisations des grottes de Belgique. Nouveaux mémoires de la Société belge de Géologie, Paleont. et d'Hydrographie. Bruxelles, 1908.
137. Ratzel, F. Ueber Karrenfelder in Jura und Verwandtes. Denkschrift. 1891.
138. Ратцель, Ф. Земля и Жизнь, т. I.
139. Rehnemann, Ueber die Vegetations-Formationen der taurischen Gebirge. Verhandlungen Zoologisch-Botanisch. Gesel. in Wien, 1875.
140. Reyer. Studien über das Karstrelief.
141. Richter. Beiträge zur Landeskunde Bosniens und Hercegovina. Mitt. aus Bosnien und Hercegovina, B. X, 1907.
142. Романовскій, Г. Геологическія очерки Таврическаго полуострова. Горный Журналъ 1867, III.
143. Roth, I. Allgemeine und chemische Geologie, 1874.
144. Сатунинъ, К. Экскурсія въ пещеры Сухумскаго округа. Пещеры-великаны Абхазіи и Абзаба. Нов. Кавк. Отдѣла Имп. Русск. Геогр. Общества, т. XXI, 1911—1912, № 1.
145. Сатунинъ, К. Очерки природы Кавказа. Естествознание и Географія, 1911, № 2.
146. Sawicki, L. Ein Beitrag zum geographischen Zycus im Karst. Geographische Zeitschrift, 1909.
147. Schard, Études géologiques sur le Pays d'Enhaut, Vaudois Bulletin de la société Vaudoise des sciences naturelles. Vol. XX, № 90, 1894.

148. Schwalbe, B. Uebersichtliche Zusammenstellung literarischer Notizen über Eishöhlen und Eislöcher. Mittheilungen der Section für Höhlenkunde des Oester. Touristenklubs von 20 Juli 1887.
149. Сибирцевъ, Н. Почвовѣдѣніе. Посмертное изданіе, 1914.
150. Sieger, R. Karstformen der Gletscher. Geographische Zeitschrift 1895.
151. Siegmeth, K. La grotte de glace de Szilce. Spelunca, t. XII.
152. Siegmeth, K. Die Agteleker Tropfensteinhöhle.
153. Slichter, Water Supply and Irrigations Papers, № 67.
154. Слудскій, А. Гора Карадагъ въ Крыму и ея геологическое прошлое. Записки Крымскаго Общества Естествоиспытателей, 1911.
155. Соколовъ, В. Протоколы Bulletin de Société Imperial des Naturalistes de Moscou, 1895, кн. 4, стр. 24.
156. Steven. Verzeichniss der auf der Taurischen Halbinsel wildwachsenden Pflanzen. Bull. Société Imperiale Naturalistes de Moscou, XXIX, 1866, № 2.
157. Süss, E. Das Antlitz der Erde. III T., 2 Hälfte. 1909
158. Тагировъ, В. О растительности Крымской ябл. Труды Общества Естествоиспытателей при Харьковскомъ университетѣ, т. XLII.
159. Танфильевъ, Г. Къ вопросу о причинахъ безлѣсія Крымской ябл. Изв. Сиб. Ботаническаго сада, т. II, вып. 1.
160. Therianday, E. Meine Erfahrungen in der Eishöhle von Szilce. Peterm. Mitt., 1883.
161. Thury. Études sur les glaciers naturelles. Bibliot. univers. de Genève, 1861.
162. Tschudi. Das Thierleben der Alpenwelt.
163. Toulia, F. Schrumfungsversuche. Peterm. Mitt. 1914, II.
164. Toulia. Eine Krimreise. Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik, XI, 1889.
165. Vallot, N. Le sondage des abimes et la formule de la pesanteur. La Montagne, janvier, 1905.
166. Waagen, L. Die unterirdische Entwässerung im Karst. Geographische Zeitschrift, 1910, № 7.
167. Waagen, L. Grundwasser im Karst. Mittheilungen der kais. könig. geograph. Gesellschaft in Wien, Band 54, № 5, 1911.
168. Федоровъ, Е. Замѣтка о Кунгурскихъ пещерахъ. Матеріалы для геологій Россіи, т. XI, 1883.
169. фонъ-Фохтъ, К. Предварительный отчетъ. Извѣстія Геологическаго Комитета, 1900, стр. 125.
170. фонъ-Фохтъ, К. Предварительный отчетъ. Извѣстія Геологическаго Комитета, т. XXIII, 1904, № 1.
171. фонъ-Фохтъ, К. Предварительный отчетъ. Извѣстія Геологическаго Комитета, 1906, № 4.
172. Цибряковъ, В. Предварительный отчетъ. Извѣстія Геологическаго Комитета, 1902, № 2.
173. Цибряковъ, В. Предварительный отчетъ. Извѣстія Геологическаго Комитета, 1904, № 1.
174. Штукенбергъ, А. Геологическій очеркъ Крыма. Матеріалы для геологій Россіи, т. V, 1873.

175. Шугуровъ, А. Къ вопросу о безлѣсін Крымской яйлы. Записки Крымско-Кавказск. Горн. Клуба, 1907.

176. Яната, А. Яйла теперь и въ будущемъ. Матеріалы по воднымъ изысканіямъ въ Крыму. Выпускъ II. Изданіе Главнаго Управленія Землеустройства и Земледѣлія. Симферополь, 1914.

177. Яната, А. Очеркъ растительности Крыма. „Крымъ“. Путеводитель, изданный Крымскимъ Обществомъ Естествоиспытателей и Любителей природы. Симферополь, 1914.
