

8.

1501

ГЕОЛОГІЯ.

55
и-68

ОБЩІЙ КУРСЪ.

ЛЕКЦІИ,

ЧИТАННЯ СТУДЕНТАМЪ С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО УНИВЕРСИТЕТА.

ТОМЪ I.

СОВРЕМЕННЫЯ ГЕОЛОГІЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ (ДИНАМИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГІЯ),

ПЕТРОГРАФІЯ И СТРАТИГРАФІЯ.

СЪ 301 ПОЛИТИПАЖЕМЪ ВЪ ТЕКСТЪ.

А. А. Иностранцева,

ПРОФЕССОРА ИМПЕРАТОРСКАГО С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО УНИВЕРСИТЕТА И ИМПЕРАТОРСКОЙ ВОЕННО-МЕДИЦИНСКОЙ АКАДЕМІИ.

2-ОЕ ИЗДАНІЕ, ЗНАЧИТЕЛЬНО ДОПОЛНЕННОЕ.



проверено
1966 г.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія М. М. Стасюлевича. Вас. Остр., 2 лин., 7.

1889.



ОГЛАВЛЕНИЕ ПЕРВАГО ТОМА.

	СТРАН
Предисловіе къ первому изданію	XI
Литература	XIII
Введение	1

I.

СОВРЕМЕННЫЯ ГЕОЛОГИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ.

(Динамическая геология).

Геологическая дѣятельность атмосферы	14
Дюны	19
Геологическая дѣятельность воды	26
Вода въ жидкомъ состояніи	26
Подземное движеніе воды	26
Происхожденіе ключей или источниковъ	28
Источники, питающіеся водами рѣкъ (стр. 28). Источники, происходяще оть сокрытія рѣкъ (стр. 29). Источники, питающіеся водою глетчировъ (стр. 30). Горные источники (стр. 30). Восходящіе или бьющіе источники (стр. 32).	—
Минеральные холодные и теплые ключи	35
Известковые ключи или ключи жесткой воды (стр. 38). Кремнеземные ключи (стр. 42). Желѣзные ключи (стр. 45). Сѣрнистые ключи (стр. 46). Соляные ключи (стр. 47). Источники, содержащіе углекислоту (стр. 48). Нефтяные источники (стр. 49). Измѣняемость концентраціи и состава минеральныхъ ключей (стр. 51).	—
Прямые результаты дѣятельности источниковъ	53
Оползни (стр. 53). Обвалы (стр. 54). Пещеры (стр. 55). Прорвалы (стр. 56).	—
Движеніе воды по земной поверхности	57
Размываніе	57
Дождь (стр. 57). Овраги, балки и каньоны (стр. 60). Рѣки и водопады (стр. 63). Происхожденіе поперечныхъ долинъ въ горахъ (стр. 68).	—

*

Законъ Бэра (стр. 68). Береговая волна (стр. 72). Приливы и отливы (стр. 73). Морскія теченія (стр. 74).	
Образование осадковъ	75
Переносящая сила воды (стр. 75). Осадки въ рѣкахъ (стр. 75). Дельты (стр. 77). Лиманы (стр. 82). Мели или банки (стр. 83). Лагуны или гафы (стр. 83). Образование соляныхъ озеръ у береговъ моря (стр. 84). Прорывы озеръ (стр. 86). Отложение осадка въ моряхъ и океанахъ (стр. 86).	
Вода въ твердомъ состояніи	89
Ледъ рѣкъ, озеръ, морей и океановъ	89
Ледники или глетчеры	91
Высота снѣговой линіи и образование ледниковъ (стр. 91). Движеніе ледниковъ и причины его (стр. 97). Трещины и полосы грязи на ледникѣ (стр. 100). Ледниковые столы, колодцы, ручьи и мельницы (стр. 101). Морены (стр. 102). Курчавыя скалы (стр. 106). Бараны лбы (стр. 106). Куполовидные холмы (стр. 106). Полировка, шлифовка и ледниковые шрамы (стр. 107). Ледяное море Швейцаріи (стр. 109). Ледники Кавказа (стр. 100). Ледники Алтая (стр. 103). Ледники Тянъ-Шана (стр. 114). Ледники полярныхъ странъ и плавающія ледяные горы (стр. 115).	
Геологическая дѣятельность вулканизма	123
Вулканы	123
Форма и строеніе вулкановъ (стр. 123). Распределеніе и распространеніе вулкановъ (стр. 126). Высота вулкановъ (стр. 131). Продукты вулкановъ (стр. 133). Явленія, сопровождающія изверженіе вулкана (стр. 141). Послѣдовательность при изверженіяхъ вулкановъ (стр. 142). Число и продолжительность изверженій (стр. 145). Вулканическій округъ Неаполя. Везувій (стр. 144). Вулканы Флегрейскихъ полей (стр. 150). Вулканы острововъ Искіи и Прочиды (стр. 153). Нѣкоторые потухшіе вулканы Италии (стр. 154). Вулканическій округъ Сициліи (стр. 154). Группа Липарскихъ острововъ (стр. 156). Вулканы Греческаго архипелага (стр. 156). Вулканы острововъ Суматры и Явы (стр. 156). Вулканы Сандвичевыхъ острововъ (стр. 158). Вулканы Америки (стр. 158). Вулканы Исландіи (стр. 159). Вулканы Россіи (стр. 160). Подводные вулканы (стр. 165).	
Грязные вулканы	167
Землетрясенія	173
Различные роды землетрясеній (стр. 174). Характеръ распространенія землетрясеній (стр. 174). Скорость распространенія землетрясеній (стр. 176). Продолжительность землетрясеній (стр. 177). Области распространенія землетрясеній (стр. 178). Связь землетрясеній съ временами года и положеніемъ луны (стр. 178). Явленія, сопровождающія землетрясенія (стр. 179). Послѣдствія землетрясеній (стр. 180). Методы наблюденія за землетрясеніями (стр. 181). Лиссабонское землетрясеніе (стр. 187). Землетрясеніе въ Калабріи (стр. 188). Землетрясеніе въ средней Азіи (стр. 188). Землетрясеніе въ Остзейскомъ побережью, Петербургской губерніи и въ Крыму (стр. 189).	
Поднятія и опусканія	190
Колебанія въ странахъ вулканическихъ	190
Поднятіе и опусканіе побережья Неаполитанского залива (стр. 190). Поднятіе побережья Чили и Остъ-Индіи (стр. 192). Поднятіе и опусканіе въ области грязныхъ вулкановъ (стр. 192).	

Въковыя колебанія	193
Поднятіе Скандинавіи (стр. 193). Поднятіе русского побережья Балтийскаго моря (стр. 196). Поднятіе сѣвера Россіи (стр. 196).	
Причины вулканическихъ явленій	199
Химическая гипотеза (стр. 200). Механическія гипотезы (стр. 201).	
Химико-механическая гипотеза (стр. 202).	
Гипотеза Канта-Лапласа	203
Спектральный анализъ (стр. 204).	
Примѣненіе гипотезы Канта-Лапласа къ объясненію вулканическихъ явленій	207
Увеличеніе температуры съ глубиною (стр. 207). Различие во взглядахъ на состояніе внутренней массы земли (стр. 208).	
Участіе воды въ вулканическихъ явленіяхъ	213
Значеніе вулканическихъ явленій для геологии	222
Геологическая дѣятельность организмовъ	227
Вліяніе растеній на измѣненіе земной поверхности	227
Разложеніе растеній на воздухъ и въ водѣ	227
Почвы	229
Болота и торфяники	232
Скопленіе наземныхъ растеній рѣками	235
Скопленіе растительныхъ остатковъ въ моряхъ и океанахъ	236
Вліяніе животныхъ на измѣненіе земной поверхности	239
Круговоротъ извести въ морѣ (стр. 239). Корненожки и батибій (стр. 241). Моллюски (стр. 243).	
Кораллы	244
Наземные животные	253
Гибель наземныхъ животныхъ при разливахъ рѣкъ (стр. 253). Сохраненіе животныхъ въ болотахъ и торфяникахъ (стр. 254). Сохраненіе животныхъ въ пескахъ (стр. 256). Сохраненіе наземныхъ организмовъ въ вулканическихъ образованіяхъ (стр. 256). Сохраненіе животныхъ въ пещерахъ (стр. 258).	

Часть II. Ученіе о географіи

II.

ПЕТРОГРАФІЯ.

Строеніе или структура горныхъ породъ	261
Кристаллически-зернистая структура (стр. 262). Чешуйчатое и листоватое строение (стр. 262). Волокнистое строение (стр. 262). Параллельно-линейное строение (стр. 262). Плойчатое строение (стр. 262). Полосатое или ленточное строение (стр. 263). Порфировидное строение (стр. 263). Сфериoidalное строение (стр. 263). Пористая и ячеистая структура (стр. 265). Пузыристая и шлаковидная структура (стр. 265). Миндалевидная структура (стр. 265).	
Отдѣльность горныхъ породъ	266
Шаровидная или сфероидальная отдѣльность (стр. 266). Плитообразная отдѣльность (стр. 266). Столбчатая отдѣльность (стр. 267). Параллелепипедальная отдѣльность (стр. 268). Происхожденіе отдѣльности (стр. 269).	
Минералы, образующіе горныя породы	270

Постороннія массы въ горныхъ породахъ (стр. 271). Переходы горныхъ породъ (стр. 273).	
Методы изслѣдованія горныхъ породъ	274
Механические методы (магнитъ и электро-магнитъ стр. 275, методъ отмучивания стр. 275). Химический методъ (стр. 278). Реакціи на пламя газовой горѣлки (стр. 279). Удѣльный вѣсъ горныхъ породъ (стр. 279).	
Изученіе горныхъ породъ подъ микроскопомъ	280
Приготовленіе микроскопического препарата (стр. 281). Обыкновенный свѣтъ (стр. 281). Отраженный свѣтъ (сравнительная камера стр. 283). Параллельно-поляризованный свѣтъ (стр. 285). Уголь затемнѣнія (стр. 244). Разсѣянный поляризованный свѣтъ. Линза Бертрана и Ласо (стр. 290).	
Постороннія включения	293
Некристаллическія включения (стр. 293); поры съ жидкостью (стр. 293); поры, занятые стекломъ и основною массою (стр. 296). Кристаллическія включения (стр. 298); трихиты (стр. 298); белониты (стр. 299). Расположеніе постороннихъ включений въ минералахъ (стр. 299).	
Нѣкоторыя микроскопическія особенности минераловъ и горныхъ породъ	301
Строеніе минераловъ изъ слоевъ или зонъ и изъ микролитовъ (стр. 301). Различие фазъ кристаллизации минераловъ въ изверженныхъ горныхъ породахъ (стр. 302). Разъѣденность минераловъ и позднѣйшая перемѣщенія (стр. 303). Выѣтривание, видоизмѣненія и новообразованія (стр. 305). Строеніе основной массы горныхъ породъ (стр. 309).	
Микрохимическія реакціи	314
Таблицы петрографически важныхъ признаковъ нѣкоторыхъ минераловъ, обравующихъ горныя породы	317
Прозрачные минералы (стр. 319); изотропные (стр. 319); анизотропные (стр. 320); оптически одноосные (стр. 320; оптически двуосные (стр. 324). Непрозрачные минералы (стр. 328).	
Классификація горныхъ породъ	329
Простыя горныя породы	329
Ледъ (стр. 329). Каменная соль (стр. 330). Гипсъ (стр. 332). Ангидритъ (стр. 333). Известникъ (стр. 333). Доломитъ (стр. 335). Рухлякъ или мергель (стр. 336). Горючій рухляковый сланецъ (стр. 337). Происхожденіе известниковъ, доломитовъ и рухляковъ (стр. 337). Фосфоритъ, самородъ или остеолитъ (стр. 340). Кремень (стр. 341). Роговикъ (стр. 342). Прѣноводный кварцъ, кремневый натѣкъ и туфъ (стр. 342). Полировальный сланецъ (стр. 342). Шпатовый желѣзникъ (стр. 342). Красный желѣзникъ (стр. 343). Магнитный желѣзникъ (стр. 343). Бурый желѣзникъ (стр. 343). Графитъ (стр. 344). Торфъ (стр. 344). Бурый уголь или лигнитъ (стр. 345). Каменный уголь (стр. 345). Антрацитъ (стр. 348). Шунгитъ (стр. 348). Петро-леумъ или горное масло (стр. 349). Асфальтъ или горная смола (стр. 350). Происхожденіе твердыхъ породъ аморфнаго углерода (стр. 350); торфяниковая гипотеза (стр. 350), гипотеза сплавовъ (стр. 352), морская гипотеза (стр. 352). Происхожденіе жидкихъ породъ углерода (стр. 354); (органическая гипотеза стр. 354, неорганическая гипотеза стр. 355).	

	СТРАН.
Сложные горные породы	357
Массивные сложные породы	358
Ортоклазовые породы	361
Ортоклазовые породы с кварцемъ	361
Гранитъ (стр. 361).	361
Классификация массивныхъ (изверженныхъ) горныхъ породъ по Циркелю и Розенбушу	362
Гранитовый порфиръ (стр. 367). Кварцевый или фельзитовый порфиръ (стр. 368). Фельзитъ (стр. 369). Фельзитовый смоляной камень и смоляно-каменный порфиръ (стр. 369). Кварцевый трахитъ (стр. 370).	362
Ортоклазовые породы безъ кварца	352
Сиенитъ (стр. 372). Ортоклазовый порфиръ безъ кварца (стр. 372).	352
Трахитъ (стр. 373).	352
Ортоклазовые породы безъ кварца, но съ нефелиномъ или лейцитомъ	374
Нефелиновый сиенитъ (стр. 374). Фонолитъ (стр. 374). Лейцитофиръ (стр. 375). Липаритовые, трахитовые и фонолитовые стекла (стр. 375); (трахитовый смоляной камень, стр. 375). Перлитъ (стр. 375). Обсидианъ (стр. 376). Пемза (стр. 377).	374
Плагиоклазовые породы	377
Плагиоклазовые породы съ роговою обманкою или съ биотитомъ	377
Дiorитъ (стр. 377). Порфиритъ (стр. 379). Роговообманковый андезитъ (стр. 380).	377
Плагиоклазовые породы съ авгитомъ	381
Диабазъ (стр. 381). Мелафиръ (стр. 384). Авгитовый андезитъ (стр. 385). Плагиоклазовые: долеритъ, анамеитъ и базальтъ (стр. 386). Стекла (стр. 388).	381
Плагиоклазовые породы съ діаллактомъ или съ гиперстеномъ	388
Габбро (стр. 388). Норитъ (стр. 389).	388
Плагиоклазовые породы съ нефелиномъ и лейцитомъ	390
Тефритъ (стр. 390).	390
Нефелиновые породы	390
Нефелиновые долеритъ и базальтъ (стр. 390).	390
Лейцитовые породы	391
Лейцитовый базальтъ (стр. 391).	391
Мелилитовые породы	392
Мелилитовый базальтъ (стр. 392).	392
Оливиновые породы	393
Перидотиты (стр. 393). Пикритовый порфириитъ (стр. 394). Лимбургитъ (стр. 394). Серпентинъ (стр. 395).	393
Слоистые сложные породы	395
Гнейсъ (стр. 395). Гранулитъ (стр. 397). Геллефлита (стр. 399). Порфироидъ (стр. 399). Слюдянный сланецъ (стр. 399). Роговообманковый сланецъ (стр. 401). Авгитовый сланецъ (стр. 401). Хлоритовый сланецъ (стр. 401). Тальковый сланецъ (стр. 401). Горшечный камень (стр. 402). Филлитъ (стр. 403). Итаколумитъ (стр. 404). Турмалиновый сланецъ (стр. 404). Эклогитъ (стр. 405).	395
Обломочные породы	405
Рыхлые породы	405
Продукты механическаго измельчения водою	406
Песокъ, гравий, щебень, гальки, валуны (стр. 405).	406
Рыхлые продукты вулканическихъ извержений	407

СТРАН.

Вулканический пепель, песокъ, лапиллы, бомбы, глыбы, пемзовый не- сокъ и гальки (стр. 407).	
Цементированныя породы	408
Песчаникъ (стр. 408). Кварцитъ (стр. 409). Конгломератъ (стр. 410).	
Брекчія (стр. 411).	
Глинистые породы	412
Каолинъ (стр. 412). Глина (стр. 413). Суглинокъ (стр. 413). Лессъ (стр. 414). Черноземъ (стр. 414). Сланцеватая глина (стр. 415). Гли- нистый сланецъ (стр. 415).	
Туфы.	416
Порфировый туфъ (стр. 416). Зеленокаменный туфъ (стр. 416). Тра- хитовые и базальтовые туфы (стр. 417).	
Происхождение и метаморфизмъ горныхъ породъ	418
Происхождение горныхъ породъ	418
Метаморфизмъ	420
Пироморфизмъ	423
Подземные каменноугольные пожары (стр. 423). Гибель минералоги- ческихъ коллекцій при пожарахъ (стр. 424). Горнозаводскія печи (стр. 425). Контактъ-метаморфизмъ (стр. 425).	
Гидато-пироморфизмъ	429
Гидатоморфизмъ	431
Заключеніе	439

III.

С Т Р А Т И Г Р А Ф Й.

Петрографическая стратиграфія	450
Слой и наслоење	450
Слой или пластъ (стр. 450). Наслоеніе (стр. 453).	
Наклонъ слоевъ	457
Складки или изгибы	463
Трешины, сдвиги или сбросы и складки-сдвиги	468
Причины наклона слоевъ, образованія складокъ и сдвиговъ	476
Несогласное напластование	485
Другія формы горныхъ породъ	487
Потокъ (стр. 487), покровъ (стр. 487), куполь (стр. 488), штоки (стр. 491), жилы (стр. 492).	
Слѣды размыванія	497
Террасы (стр. 501).	
Горы и ихъ происхождение	507
Насыпныя горы (стр. 510). Сдвиговыя горы (стр. 511). Складчатыя горы (стр. 512). Возрастъ горъ (стр. 515). Происхождение горъ (стр. 516).	
Палеонтологическая стратиграфія	518
Значеніе организмовъ для геологии.	518
Окаменѣлости (стр. 518).	
Связь организмовъ съ мѣстообитаніемъ	525

Глубина, температура и свѣтъ (стр. 526). Природа берега и дна (стр. 529). Составъ воды и размѣры бассейна (стр. 530). Зоологическая провинція (стр. 532). Батометрическія зоны (стр. 533). Значеніе зонъ для стратиграфіи (стр. 534).	
Понятіе объ одновременности отложений	535
Значеніе для геологіи понятія о видѣ	540
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ КЪ И ТОМУ	551
(Предметный стр. 551, мѣстностей стр. 556).	

ПРЕДИСЛОВІЕ КЪ ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ.

Отсутствие въ русской геологической литературѣ книги, соответствующей университетскому курсу, составляетъ важный недостатокъ, давно уже побуждавшій меня издать курсъ моихъ лекцій, читанныхъ студентамъ С.-Петербургскаго Университета. Но рядъ специальныхъ работъ до сихъ порь лишалъ меня возможности осуществить желаемое. Обработка лекцій для печати, а равно быстрые успѣхи и значительный объемъ современныхъ геологическихъ знаній — дали мнѣ возможность только въ настоящее время представить часть курса, включающаго: современныя геологическія явленія (динамическую геологію), петрографію и стратиграфію; такъ какъ означенные отдѣлы обнимаютъ собою общую часть геологіи и такъ какъ прибавленіе къ ней исторической геологіи могло въ значительной степени увеличить объемъ книги, то я рѣшился разбить весь курсъ на два тома *).

Заграничная геологическая литература обладаетъ въ настоящее время превосходными курсами, которые могутъ съ значительною пользою служить подспорьемъ при университетскихъ лекціяхъ. Въ ряду такихъ книгъ можно указать: „Elemente der Geologie“ Креднера, „Traité de Géologie“ Лаппарана или „Die Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntniss der Bodenbeschaffenheit der Österr. Ungar. Monarchie“ Гауэра, но значительная степень специализаціи этихъ книгъ и наполненіе ихъ примѣрами, взятыми изъ Зап. Европы, недостатокъ свѣдѣній о Россіи,

*.) II томъ напечатанъ въ 1887 г.

а также и нѣкоторая особенность въ возврѣніяхъ упомянутыхъ авторовъ по отдельнымъ вопросамъ,—все это лишаєтъ возможности рекомендовать вышеуказанныя сочиненія, какъ вполнѣ обнимающія всѣ стороны университетскаго курса. Такое положеніе еще болѣе усиливало желаніе издать на русскомъ языкѣ мои лекціи, дабы дать возможность слѣдить за этими послѣдними по примѣрамъ, взятымъ изъ геологии Россіи.

12 іюля
1884 г.

А. Иностранцевъ.

Л И Т Е Р А Т У Р А.

По Геологии вообще:

- Charles Lyell. Principles of geology. 10 Edt. 1866—68. Переведено подъ заглавиемъ „Основыя начала геологии“. 1866.
" Elements of geology. 11 Edt. Переведено подъ заглавиемъ „Руководство къ геологии“. 1866—78.
C. F. Naumann. Lehrbuch der Geognosie. 1858—68. Неокончено.
J. D. Dana. Manual of geology. 2 Edt. 1875.
H. Credner. Elemente der Geologie. 6 Aufl. 1888. Неоконченный переводъ съ первого изданія озаглавленъ „Руководство къ Геологии“. 1873—75.
A. de Lapparent. Traité de Géologie 2 Ed. 1887.
Franz Ritter von Hauer. Die Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntniss der Bodenbeschaffenheit der Österr. Ungar. Monarchie. 2 Auf. 1877—78.
G. Bischof. Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. 2 Auf. 1863—71.
A. Daubrée. Etudes synthétiques de géologie expérimentale. 1879.
C. Vogt. Lehrbuch der Geologie und Petrefaktenkunde. Auf. 1879. По этой книжѣ составленъ имъ-же болѣе краткій курсъ „Grundriss der Geologie“, переведенный подъ заглавиемъ „Руководство къ Геологии“. 1865.
A. Stoppani. Corso di Geologia. 1871.
E. Green. Physical geology. 1882.
E. Suess. Das Antlitz der Erde. 2 B. 1883.
E. Reyer. Teoretische Geologie. 1887.
M. Neumayr. Erdgeschichte. 2 B. 1886.

По отѣламъ Геологии:

- A. Daubrée. Les eaux souterraines. 3 V. 1887.
G. Poulett Scrope. Über Vulkane. 2 Aufl. 1872.
C. W. C. Fuchs. Vulkane und Erdbeben. 1875.
E. Reyer. Physik der Eruptionen und der Eruptiv-gesteine. 1877.
A. Heim. Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung. 1878.
A. Heim et E. Margerie. Les dislocations de l'ecorce terrestre. 1888.
A. Heim. Handbuch der Gletscherkunde. 1885.
J. Tyndall. The glaciers of the Alps. 1857. Переведено подъ заглавиемъ „Альпийские ледники“. 1866.
A. Penck. Vergletscherung d. deutschen Alpen. 1882.
C. Darwin. Über den Bau und die Verbreitung der Corallen-Riffe. 1876.

- F. Zirkel. Lehrbuch der Petrographie. 1866.
" Die mikroskop. Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine. 1873.
H. Rosenbusch. Mikroskopische Physiographie. 2 B. 2 Auf. 1885—87.
A. v. Lasaulx. Elemente der Petrographie 1875.
F. Fouqué et A. Michel-Levy. Minéralogie micrographique, roches éruptives fran-
çaises. 1879.
B. v. Cotta. Die Lehre von Erzlagerstätten Europa's. 1861.
" Die Erzlagerstätten Europa's. 1861.
M. Delesse. Lithologie du fond des mers. 1872.
A. Goldfuss. Petrefacta Germaniae. 1826—44.
H. G. Bronn u. F. Römer. Lethaea geognostica. 1851—56.
" 4 Auf. v. F. Römer Lethaea palaeozoica. 1880—883.
F. A. Quenstedt. Petrefactenkunde Deutschland. 1845—84. Неокончено.
" Handbuch der Petrefaktenkunde. 1867.
W. P. Schimper. Traité de paléontologie végétale. 1869—72.
D'Archiac. Paléontologie stratigraphique. 1865.
G. v. Saporta. Die Pflanzenwelt vor dem Erscheinen des Menschen. 1881.
M. B. Renault. Cours de botanique fossile. 1881—83.
H. A. Nicholson. A Manual of Palaeontology. 1879.
Richard Owen. Palaeontology. 2 Edt.
K. A. Zittel. Handbuch der Paläontologie, 1876. Еще неокончено.
W. Dunker und Zittel (до 1868 W. Dunker und H. v. Meyer) Paläontographica
съ 1846.
W. Dames u. E. Kayser. Paläontologische Abhandlungen съ 1882.
E. v. Mojsisovics u M. Neumayr. Beiträge zur Paläontologie Österreich-Ungarns, съ 1880.
R. Hoernes. Elemente der Paläontologie. 1884.
G. Steinmann. Elemente der Paläontologie. 1888.

На русскомъ языке:

- Д. Соколовъ. Руководство къ геологии. 2 ч. 1842.
Э. Эйхвальдъ. Геогнозія преимущественно въ отношеніи къ Россіи. 1846.
И. Леваковскій. Курсъ геологии. 1861—64. Неоконченъ.
Г. Траутшольдъ. Основы геологии 1872—75.
И. Мушкетовъ. Физическая геология. II т. 1888.

Основные сочиненія по геологии Россіи:

- R. J. Murchison. E. d. Verneuil, A. v. Keyserling. Geology of Russia in Europe
and the Ural mountains. 2 B. 1845. Первый томъ переведенъ
на русскій языкъ подъ заглавиемъ „Геологическое описание
Европейской Россіи и хребта Уральского“. 1849.
G. Rose. Mineralogisch-geognostische Reise nach dem Ural, dem Altai
und dem Kaspischen Meere. 2 B. 1837—42.
E. v. Eichwald. Lethaea rossica ou Paléontologie de la Russie. 1860. Новый и
и древній періодъ изданы и на русскомъ языке.
Г. Щуровскій. Исторія геологии московскаго бассейна. 2 ч. 1866—67.
Le Play. Часть сочиненія „Voyage dans la Russie méridionale et la Crimée
et cet., exécuté en 1837. sous la direction de M. Anatole de
Démidoff. Переведено Щуровскимъ подъ заглавиемъ „Изслѣдова-
ние каменно-угольного Донецкаго бассейна“. 1854.

Геологическія карты:

- J. Marcou. Carte géologique de la terre. 1: 23,000,000. 1875.
A. Dumont. Carte géologique de l'Europe. 1: 4,000,000.
v. Dechen. Geognostische Uebersichtskarte von Deutschland, Frankreich,
England und den angrenzenden Ländern. 1859.
S. Prestwich. Geological Map of Europe. 1888.

- R. J. Murchison. Геологическая карта Европы. Россіи, приложенная къ вышеуказанному сочиненію автора. 1:5,880,000.
Г. Гельмерсенъ. Геологическая карта Россіи. 1:6,300,000.
В. Мёллерь. Карта мѣсторождений полезныхъ ископаемыхъ Европы. Россіи. 1:4,200,000. 1882.

Специальные журналы:

- Neues Jahrbuch für Mineralogie und Palaeontologie, основанный въ 1830.
Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, съ 1848.
Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt.
Geological Magazine съ 1864.
Quarterly Journal of the geological Society of London.
Bulletin de la Société géologique de la France.

Периодические работы, выходящія въ Россіи, помѣщены въ изданіяхъ: Академіи Наукъ, въ Трудахъ Обществъ Естествоиспытателей при Университетахъ, въ Горномъ журналахъ, въ различныхъ изданіяхъ Минералогического Общества и Геологического Комитета, въ извѣстіяхъ Общества Любителей Естествознанія и натуралистовъ въ Москвѣ и въ различныхъ трудахъ русского Географического Общества.

Популярные книги:

- K. A. Zittel. Aus der Urzeit. 2 Auf. 1875. Переведено подъ заглавиемъ „Первобытный міръ или очерки изъ исторіи мірозданія“. 1872.
C. Heer. Die Urwelt der Schweiz. 1879.
B. v. Cotta. Geologie der Gegenwart. 1878. Переведено подъ заглавиемъ „Геология настоящаго времени“.
F. Mohr. Geschichte der Erde. 1866. Переведено подъ заглавиемъ. „Исторія земли“.
С. Куторга. Естественная исторія земной коры. 1858.
-

В В Е Д Е Н И Е.

Геология (земля — γῆ, наука — λόγος) въ переводѣ наука о землѣ. Въ настоящее время подъ именемъ геологии понимаютъ исторію земли въ обширномъ смыслѣ этого слова, обнимающую собою какъ минеральную, такъ и органическую сторону ея жизни. Такое опредѣленіе геологии ставитъ ее въ ближайшее соотношеніе какъ съ другими естественными науками, такъ отводить ей мѣсто и въ обширномъ ряду человѣческихъ знаній—какъ науки чисто конкретной. Если для изученія исторіи человѣчества необходимо знакомство съ другими гуманитарными науками, то понятно, что для знакомства съ геологію, какъ исторію земли, необходимо знаніе другихъ естественныхъ наукъ, съ которыми она представляетъ тѣснѣйшее соотношеніе. Съ физикой, химіей, минералогіей и астрономіей—геологу приходится всегда вступать въ ближайшее соотношеніе, разбирая вопросы, затрагивающіе жизнь минеральную нашей планеты. Съ науками біологическими приходится сталкиваться при разборѣ ископаемыхъ организмовъ, встрѣчающихся въ различныхъ геологическихъ образованіяхъ. Наконецъ, съ физической географіей геологъ становится въ ближайшее соотношеніе при разборѣ тѣхъ современныхъ геологическихъ явлений, которыхъ на нашихъ глазахъ приготовляютъ образованія, представляющія тѣснѣйшую аналогію съ памятниками прошедшей жизни земли. Если физико-географъ интересуется атмосферою, водою, вулканами и т. п., отыскивая причины, то интересъ геолога къ этимъ явленіямъ главнымъ образомъ направленъ на окончательный результатъ ихъ дѣятельности.

Слѣдовательно, для разбора прошедшей жизни нашей планеты нужно знаніе другихъ естественныхъ наукъ. Точно также и для этихъ послѣднихъ необходимо въ свою очередь знаніе геологии. Въ самомъ дѣлѣ, минералогъ, ботаникъ или зоологъ, разбирая данный минераль или данный организмъ, безразлично относится къ нимъ, не придавая особаго значенія тому времени, когда данный минераль образовался или когда появился на земной поверхности данный организмъ. Не такъ отно-

сится къ этимъ естественнымъ продуктамъ природы геологъ: располагая въ своихъ изслѣдованіяхъ обширнымъ промежуткомъ времени, выраженнымъ цѣлымъ рядомъ послѣдовательныхъ памятниковъ исторіи земли, геологъ можетъ отличить на этихъ страницахъ время образованія данного минерала или появленіе данного организма. Наблюдая за распространениемъ организма на послѣдующихъ страницахъ исторіи земли, онъ можетъ отмѣтить время или его окончательного уничтоженія, или замѣщенія его другимъ организмомъ, а равно можетъ наблюдать регрессъ или прогрессъ, которому подвергся изучаемый организмъ въ обширный промежутокъ времени. Слѣдовательно, геологъ вводить еще одинъ коэффиціентъ въ науки біологіческія — время.

Знакомство съ геологію, какъ натуралисту, такъ и всякому образованному человѣку, необходимо еще и для полученія наиболѣе полнаго представлѣнія обѣ экономіи природы. Пояснимъ эту мысль сравненіемъ съ жизнью какъ одного человѣка, такъ и человѣческаго общества.

Наблюдая за развитіемъ данного человѣка съ самыхъ раннихъ періодовъ его жизни и зная тѣ условия, которыя должны были вліять на этотъ организмъ извѣстнымъ образомъ, мы, встрѣчая того же человѣка въ зреломъ возрастѣ, можемъ угадать иѣкоторыя изъ тѣхъ поступковъ, которые онъ долженъ совершить при опредѣленныхъ обстоятельствахъ. Что справедливо для жизни одного человѣка, то же будетъ справедливо и для жизни цѣлаго человѣческаго общества. Нельзя понять современаго француза и степень культуры современного французскаго общества, если не пролѣтѣть тотъ длинный путь, которымъ выработалось это общество, т.-е. не узнать его исторіи. Только знаніе прошедшаго даетъ возможность узнать настоящее. Если справедливъ взглядъ на важность изученія для наукъ гуманитарныхъ исторіи человѣчества, то, конечно, и для изученія, и подробнаго знакомства съ окружающею нась природою необходимо знаніе ея исторіи, которая покажетъ путь, которымъ выработалось все нась окружающее, — а эта исторія и есть геология. Слѣдовательно, геология даетъ возможность обніять болѣе широкимъ духовнымъ взоромъ экономію природы и расширить кругозоръ натуралиста относительно специально изучаемаго имъ предмета — какъ непосредственнаго продукта природы.

Геология соприкасается и съ исторіею человѣчества.

На ея новѣйшихъ страницахъ, при разборкѣ этихъ послѣднихъ, ясными буквами написано о томъ, что человѣкъ за-долго до того времени, какъ о немъ помнить преданія и исторія, населялъ земную поверхность и обладалъ извѣстною культурою. Только благодаря чисто геологическимъ изслѣдованіямъ было вполнѣ установлено, что человѣкъ въ періодѣ своей до-исторической жизни долженъ былъ пройти извѣстные фазы въ своемъ культурномъ развитіи, т.-е. пережить вѣкъ каменный, бронзовый и жѣлезный. Только благодаря трудамъ геологовъ узнали, что до-историческій человѣкъ засталъ на землѣ громадныхъ, вымершихъ за-долго до временъ исторіи животныхъ, какими были мамонтъ и сибирскій носорогъ.

Но длиненъ быль путь, которымъ выработалось определеніе геологии, какъ исторіи земли, и методъ ея изслѣдованія. Долгое время ее смѣшивали съ другими отраслями человѣческихъ знаній, также какъ смѣшивали предѣлы міѳологіи, поэзіи и исторіи въ ранніе періоды цивилизаціи, и еще въ концѣ XVIII столѣтія на геологію смотрѣли какъ на отдѣль то минералогіи, то физической географіи, а нѣкоторые считали исключительной задачей этой науки разъясненіе вопроса о происхожденіи земли.

Древніе мало занимались окружающею ихъ природою, но и въ самые ранніе періоды жизни историческаго человѣка ему, очевидно, уже приходилось соприкасаться съ нѣкоторыми геологическими явленіями. Такъ, понятіе о потопѣ проходитъ отъ религіи индусовъ до христіанской включительно. Понятіе объ этомъ явленіи, насколько возможно судить по космогоніи древнихъ египтянъ, явилось какъ результатъ непосредственного наблюденія. Египетскимъ жрецамъ было известно, что какъ въ горахъ, такъ и въ почвѣ подъ долиною Нила встречаются раковины морскихъ организмовъ. Отсюда естествененъ выводъ, что море покрывало мѣстности, гдѣ течеть въ настоящее время Ниль, а отсюда и выводили представлениe о потопѣ. Въ той же египетской космогоніи находять, что міръ обновляется или водою (катализмъ), или огнемъ (эклиптизисъ). Это ученіе, заимствованное у древнихъ египтянъ греческими стоиками, еще съ большою наглядностью показываетъ, что значеніе явленій, обусловленныхъ геологическою дѣятельностью воды и силъ вулканическихъ, не ускользнуло отъ вниманія древнихъ. Страшныя на водщенія, которымъ подвергаются нѣкоторыя страны, не менѣе опустошительныя явленія, сопровождающія проявленія вулканическихъ силъ, должны были сильно дѣйствовать на человѣческій умъ въ періодъ его раннаго развитія. Вотъ почему нельзя отыскивать причину возникновенія катализма и эклиптизиса ни въ любви древнихъ народовъ къ чудесному, ни въ пылкомъ воображеніи восточныхъ писателей, а должно относить такія вѣрованія къ возведенію вышеуказанныхъ геологическихъ явленій до степени всемирныхъ потоповъ и таковыхъ же вліяній силъ вулканическихъ.

Древніе греческіе ученые Пиѳагоръ, Аристотель и Страбонъ уже вполнѣ категорически формулируютъ свои взгляды на происходящія въ настоящее время геологическія явленія. Пиѳагору было известно, что между сушою и моремъ можетъ происходить обмѣнъ, что текущая по земной поверхности вода способна производить размывы и образовать долины, что болота способны высыхать, что острова могутъ соединяться съ прилегающею сушою, что эта послѣдняя отъ землетрясенія можетъ погрузиться подъ уровень моря и т. д. Еслибы этотъ ученый попытался примѣнить собранныя имъ наблюденія къ толкованію прошлой жизни земли, то осталось бы только поражаться такою замѣчательною проницательностью.

Аристотель, развивая свои воззрѣнія въ известной „Метеорикѣ“, пошелъ еще дальше Пиѳагора. Онъ останавливается на современныхъ

геологическихъ явленіяхъ, какъ на важныхъ дѣятеляхъ, измѣняющихъ земную поверхность съ давнихъ поръ. По его мнѣнію, эти дѣятели должны произвести въ теченіе вѣковъ великия перемѣны земной поверхности и онъ указываетъ при этомъ частые случаи такихъ измѣненій: между прочимъ, увеличеніе со временемъ Гомера Нильской дельты, высохшія озера, образованіе новыхъ острововъ и т. п. У него встрѣчается крайне важное замѣчаніе о томъ, что „измѣненія поверхности земли такъ медленны въ сравненіи съ короткимъ періодомъ нашей жизни, что на нихъ не обращаютъ вниманія“. Страбонъ въ своей географіи довольно подробно разбираетъ вопросъ, который въ позднѣйшія времена вызывалъ многочисленныя споры, въ силу какихъ причинъ раковины морскихъ моллюсковъ встречаются въ землѣ далеко отъ моря и на значительныхъ высотахъ? Разбирая этотъ вопросъ, Страбонъ приходитъ къ заключенію, что одна и та же мѣстность можетъ подниматься или опускаться, а въ силу этого и море то будетъ затоплять сушу, то освобождать ее. Особенно замѣчательно заключеніе этого ученаго, гдѣ онъ предлагаетъ заимствовать свои объясненія изъ ежедневно наблюдаемыхъ явленій, каковы паводкенія, землетрясенія, вулканическія изверженія, поднятіе или выступаніе земли изъ-подъ уровня моря и т. п.

Приведенные выше возврѣнія принадлежать во всякомъ случаѣ времени до-христіанской эры и захватываютъ исключительно только современныя геологіческія явленія. Если у нѣкоторыхъ ученыхъ и проглядываетъ желаніе примѣнить наблюденія надъ современными явленіями къ древнімъ измѣненіямъ земной поверхности, то оно только и остается однимъ желаніемъ, и древняя исторія земли всетаки совершенно неизвѣстна ученымъ этого времени.

Развитіе естествознанія, послѣ паденія римской имперіи, перешло въ руки сарациновъ около половины VIII столѣтія послѣ Р. Х. Сочиненія древнихъ классическихъ писателей, а также и самостоятельные труды ученыхъ породили довольно обширную естественно-историческую литературу. Къ сожалѣнію, большинство трудовъ писателей этого времени совершенно утеряно; въ сохранившихся трудахъ Авицены, Омара и Магомѣда Кавціни находятся нѣкоторыя указанія на знакомство этихъ ученыхъ съ геологическими явленіями. Особенный интересъ въ этомъ отношеніи представляютъ два первыхъ. Авицена оставилъ трактатъ „Объ образованіи и классификациіи минераловъ“, въ которомъ одну изъ главъ занимаетъ вопросъ „О причинѣ горъ“. Разборъ этого вопроса приводить автора къ заключенію, что причины горъ могутъ быть или существенные, или случайные. Существенною причиной, по его мнѣнію, нужно считать сильныя землетрясенія, подъ вліяніемъ которыхъ земля поднимается и образуетъ горы,—подъ случайными онъ понимаетъ размываніе. Текущія по земной поверхности воды могутъ производить мѣстами размываніе, а сохранившіеся отъ такого явленія участки будутъ являться возвышеностями. Омаръ оставилъ трактатъ подъ заглавіемъ „Отступленіе моря“, въ которомъ приводить многочисленные факты такого явленія. Весьма интересно, что поводомъ для этого трак-

тата послужило сравнение древнейшихъ морскихъ картъ съ картами его времени.

У христіанскихъ народовъ находять свѣдѣнія о геологическихъ явленіяхъ только съ начала XVI столѣтія. Это время знаменуется возникновенiemъ горячихъ споровъ въ Италии объ истинной природѣ и происхожденіи раковинъ морскихъ моллюсковъ и другихъ организованныхъ ископаемыхъ, встречающихся въ различныхъ слояхъ земной поверхности. Хотя уже въ древнія времена смотрѣли на эти остатки, какъ на остатки животныхъ, рассматриваемое время можетъ представить крайне обильный запасъ самыхъ разнообразныхъ и невѣроятныхъ гипотезъ, клонящихся къ разъясненію вопроса о происхожденіи ископаемыхъ. Къ этому времени относятся гипотезы, то пытающіяся объяснить происхожденіе въ землѣ ископаемыхъ организмовъ при помощи звѣздъ, то при помощи какой-то „пластической силы“, то въ нихъ видятъ „игру природы“ (*lusus naturae*), при которой природа дѣлала попытку творить, но не могла оживить. Такими гипотезами занимались не только люди малоувѣдущіе въ естественной исторіи, но и извѣстные въ свое время натуралисты. Такъ извѣстный ботаникъ Маттіоли развивалъ мысль о происхожденіи организованныхъ ископаемыхъ изъ особаго жирнаго вещества (*materia pinguis*), которое отъ теплоты подвергается броженію, результатомъ котораго и будуть окаменѣлости.

Такое извращеніе, повидимому, крайне простого и совершенно правильно истолкованного древними вопроса о происхожденіи окаменѣлостей является результатомъ сильнаго развитія системы схоластическихъ преній въ средневѣковыхъ итальянскихъ университетахъ. Главная цѣль такихъ преній заключалась не въ достижениѣ истины, а въ томъ, чтобы выйти изъ спора побѣдителемъ. Въ силу этого ставились самыя невозможныя положенія и гипотезы и они-то увлекали за собою послѣдователей, принимавшихъ участіе въ преніяхъ. Можно не преувеличивая сказать, что этотъ обычай схоластическихъ преній внесъ сильнейшій тормазъ въ успѣхи геологическихъ знаній и ему мы обязаны тѣмъ, что по крайней мѣрѣ въ теченіе трехъ столѣтій продолжаются безплодные споры и появляются разнообразныя и маловѣроятныя гипотезы какъ объ истинномъ характерѣ ископаемыхъ организмовъ, такъ и о потопѣ.

Рассматривая эту періодъ времени, т.-е. начало XVI столѣтія, должно отмѣтить имена нѣкоторыхъ ученыхъ, которые явились вполнѣ рационалистами и были чужды вышеприведенныхъ заблужденій. Такими учеными были извѣстный художникъ Леонардо-да-Винчи и Фракасторо. Подъ руководствомъ первого было произведено нѣсколько искусственныхъ работъ (каналовъ) въ Сѣверной Италии; при выемкѣ земли встрѣчались ископаемые остатки, которымъ Леонардо-да-Винчи давалъ надлежащее объясненіе, принимая ихъ за остатки организмовъ, нѣкогда жившихъ на земной поверхности или въ морѣ, смотря по тому, съ какими изъ нихъ ему приходилось иметь дѣло. Фракасторо точно также смотрѣлъ на окаменѣлости, какъ на прямые остатки нѣкогда жившихъ

организмовъ, и энергично возставалъ противъ разнообразныхъ гипотезъ того времени.

Точно также и конецъ XVI столѣтія, а равно XVII и значительная часть XVIII столѣтія пошли на бесполезныя схоластическія препія о происхожденіи съ одной стороны окаменѣлостей, съ другой—на разрешеніе вопроса о томъ, былъ ли всемірный потопъ или рядъ отдѣльныхъ? Правда, что параллельно появлению ученыхъ, занимающихся разнообразными гипотезами о двухъ вышеупомянутыхъ вопросахъ, встречаются въ отдѣльныхъ случаяхъ и такие ученые, которые относятся къ предмету вполнѣ рационально. Ученые конца XVI столѣтія: Кордано, Цезальпино и французъ Палисси уже прямо утверждаютъ, что окаменѣлости есть остатки нѣкогда бывшихъ организмовъ, погребенныхъ тамъ же, где ихъ находить; а послѣдній ученый, разбирая вопросъ о происхожденіи источниковъ, приходитъ къ заключенію, что эти послѣдніе обязаны своимъ происхожденіемъ дождевой водѣ,—выводъ, относительно которого было много споровъ еще и во времена болѣе поздніяя.

Успѣхи геологическихъ знаній въ періодъ XVII столѣтія также задерживаются какъ съ одной стороны тѣми же мало плодотворными гипотезами, такъ и вмѣшательствомъ въ разбираемые вопросы богословія, которые смѣшивали геологическія наблюденія съ вопросами религіозными и видѣли въ геологическихъ занятіяхъ возможность подорвать кредитъ ихъ специальности. Главная недоразумѣнія, возникшая въ это время, заключались въ томъ, что различные памятники жизни земли смѣшивали другъ съ другомъ, не умѣя ихъ различить, а потому относили все явленія къ одной причинѣ, а не къ различнымъ, дѣйствовавшимъ въ громадный промежутокъ времени. Впрочемъ, рационализмъ не покидалъ геологію и въ это время; пѣкоторые изъ ученыхъ, не смотря на хаосъ возврѣній, видѣли единственную возможность только путемъ наблюдений распутать окружающей ихъ мракъ. Такъ датскій ученый Стено, желая доказать принадлежность къ организмамъ нѣкоторыхъ изъ найденныхъ имъ ископаемыхъ, одинъ изъ первыхъ производить сравненіе ихъ съ нынѣ живущими формами и доказываетъ, что найденные имъ въ слояхъ земли кости и зубы не представляютъ никакого отличія отъ костей и зубовъ акулы, что раковины моллюсковъ, собранныхъ въ землѣ, ничѣмъ не отличаются отъ раковинъ организмовъ, нынѣ живущихъ въ соседнихъ моряхъ. Точно также итальянскій ученый того же времени Сцилла, изучавшій ископаемыхъ Калабріи, издалъ о нихъ трактатъ, снабженный хорошими рисунками, въ которомъ утверждалъ, что окаменѣлости есть остатки организмовъ, оставленные всемирнымъ потопомъ. Къ концу XVII столѣтія относится и дѣятельность знаменитаго математика Лейбница, трактовавшаго вопросъ о происхожденіи земли изъ расплавленныхъ массъ и при охлажденіи ихъ прикрытыхъ общимъ водянымъ океаномъ, а также англійскихъ ученыхъ: Гука, Рея и Будварда. Извѣстный математикъ и натуралистъ Гукъ оставилъ нѣсколько посмертныхъ сочиненій, въ которыхъ находять въ высшей степени замѣчательные геологические выводы. Однимъ

изъ нихъ является выводъ о значеніи ископаемыхъ при разборѣ и установкѣ хронологіи геологическихъ памятниковъ. Другой не менѣе замѣчательный выводъ дѣлаеть Гукъ относительно вымирания видовъ. Ему, очевидно, уже были известны нѣкоторыя изъ ископаемыхъ формъ, сходныя съ которыми не встрѣчаются въ окружающей природѣ. Другой англійскій ученый Рей, современникъ вышеупомянутаго, также пытался причинами, менѣе гадательными, объяснить геологическія явленія. Онъ въ особенности обратилъ свое вниманіе на вліяніе текущей по земной поверхности воды и размывающее ея дѣйствіе. Въ особынности громаднымъ запасомъ геологическихъ данныхъ отличался третій ученый Вудвардъ. Его известная коллекція, собранная въ различныхъ мѣстахъ Англіи, и до сихъ поръ хранится въ Кембриджскомъ университѣтѣ. Къ сожалѣнію, теоретическая воззрѣнія этого ученаго совершенно не гармонировали съ громадными запасами его геологическихъ свѣдѣній и заставляли его, какъ и нѣкоторыхъ изъ его современниковъ, прибѣгать къ крайне неправдоподобнымъ гипотезамъ.

Начало XVIII столѣтія снова перетягиваетъ центръ тяготѣнія геологическихъ знаній въ Италію. Хотя въ то же время появлялись отдѣльные ученые, какъ Цельзій въ Скандинавіи или Шейхцерь въ Германії, но во всякомъ случаѣ перевѣсь была на сторонѣ итальянскихъ ученыхъ. Валліснери, Моро и въ особенности его комментаторъ Дженерелли могутъ быть отмѣчены какъ усовершенствователи тѣхъ рациональныхъ воззрѣній, которыхъ уже пустили корни въ предшествующее имъ время. Особенно выдающаюся дѣятельность обнаружилъ Дженерелли. Правда, этотъ ученый не можетъ считаться самостоятельнымъ наблюдателемъ, но тѣмъ не менѣе, обладая обширнымъ литературнымъ образованіемъ и громадною массою свѣдѣній, онъ явился толкователемъ ученія своего предшественника Моро. Этотъ послѣдній обладалъ крайне неяснымъ слогомъ, а потому его сочиненіе не пользовалось надлежащимъ вниманіемъ публики. Дженерелли многочисленными цитатами изъ другихъ сочиненій подтвердилъ нѣкоторые изъ замѣчательныхъ выводовъ своего предшественника. По мнѣнію этого ученаго въ земль сохранились памятники прошедшихъ событий, для толкованія которыхъ необходимы наблюденія и опытъ, и всѣ явленія можно объяснить „безъ насилия, безъ вымысловъ, безъ гипотезъ и безъ чудесъ“. И такие взгляды, съ массою относящихся сюда подробностей, Дженерелли излагалъ передъ академиками въ Кремонѣ.

Было бы слишкомъ продолжительно следить за успѣхами геологическихъ знаній съ серединой XVIII столѣтія, разбросанныхъ въ сочиненіяхъ: Бюффона, Донати, Лемана, Геснера, Ардуино, Мичелля, Распа, Фукселя, Брандера, Солдані, Валлеріуса, Спалланцані и мног. другихъ; но нельзя не упомянуть о дѣятельности двухъ натуралистовъ конца XVIII столѣтія — Палласа и Соссюра. Эти ученые, одинъ для Россіи, другой для альпійскихъ горныхъ странъ, собрали такой обширный матеріалъ, который послужилъ многочисленнымъ позднѣйшимъ изслѣдователямъ для разнообразныхъ выводовъ и обобщеній. Въ работахъ

этихъ ученыхъ уже проглядываетъ мысль о группировкѣ памятниковъ исторіи жизни земли, но обширныя задачи, преслѣдуемые ими, какъ натуралистами, лишили ихъ возможности сосредоточиться на столь важномъ для геологии вопросѣ.

Къ концу XVIII столѣтія запасъ геологическихъ данныхъ уже разросся настолько, что требовалось болѣе выдающіеся умы, которые привели бы эту массу данныхъ въ извѣстную систему. Такихъ дѣятелей доставили три страны: въ Германіи — явился Вернеръ, въ Англіи — Уильямъ Смитъ, во Франціи — Кювье, Броньяръ и Ламаркъ.

Въ Германіи, Венгрии и Франціи горное дѣло, какъ извѣстная практическая отрасль знаній, преподавалось уже давно въ особыхъ горныхъ школахъ. Въ числѣ вспомогательныхъ предметовъ преподавалась въ нихъ и минералогія. Въ 1775 году во Фрейбергской горной школѣ занялъ каѳедру минералогіи Вернеръ. Въ короткій періодъ его дѣятельности маленькая школа обратилась въ обширный университетъ. Люди другихъ національностей изучали нѣмецкій языкъ, чтобы послушать оратора того времени. Достаточно указать, что изъ школы Вернера вышли такие ученые, какъ Александръ Гумбольдтъ и Леопольдъ фонъ Бухъ. Вліяніе Вернера было обусловлено гениальностью этого ученаго и его замѣчательною эрудиціею; онъ всюду видѣлъ связь своей любимой науки какъ съ другими проявленіями человѣческой дѣятельности, такъ и ту пользу, которую она можетъ принести при своемъ дальнѣйшемъ развитіи. Вернеръ обратилъ вниманіе не только на составъ и виѣшніе признаки минераловъ, но и на ихъ сочетаніе при образованіи горныхъ породъ, на группировку этихъ послѣднихъ, на ихъ взаимное положеніе и географическое распространеніе и на цѣлый рядъ вытекающихъ отсюда другихъ отношеній. Онъ первый сдѣлалъ приложеніе этихъ знаній къ практическимъ цѣлямъ горнаго дѣла и этимъ показалъ значеніе и важность изучаемаго имъ предмета. Рядомъ съ гениальностью онъ обладалъ замѣчательною нелюбовью къ письменному труду и оставилъ только одно сочиненіе „О металлоносныхъ жилахъ“; главные же его взгляды и выводы узнаются изъ позднѣйшихъ работъ его учениковъ, которые, желая подтвердить общіе выводы своего учителя, ревностно стали заниматься въ другихъ странахъ геологическими изслѣдованіями. Наиболѣе крупнымъ недостаткомъ этого замѣчательнаго ученаго было незнакомство его съ другими странами. Ограничиваюсь небольшою частью Германіи, преимущественно Саксоніею, онъ на основаніи только ея дѣлалъ свои обобщенія, распространяя ихъ на всю земную поверхность. Дѣятельность гениального ученаго случайно была направлена на мѣстныя геологическія образованія, которыя относятъ въ настоящее время къ самымъ древнимъ въ ряду геологическихъ памятниковъ. Приведеніе ихъ въ систему съ изученіемъ взаимныхъ отношеній и т. п. было сдѣлано исключительно Вернеромъ. Конечно этотъ ученый не могъ ограничиться только одною группировкою, пытливый умъ наталкивалъ его и на причинность происхожденія разбираемыхъ имъ образованій. Эти образованія, какъ указано выше, принадлежать къ самымъ древнимъ

страницамъ жизни земли, а какъ древніе памятники, они, очевидно, должны содержать неясныя письмена для чтенія; а потому вопросъ объ ихъ происхожденіи представлялъ, въ особенности въ то время, много сторонъ для разнообразныхъ гипотезъ. Одна изъ такихъ гипотезъ была предложена Вернеромъ; съ нею будетъ подробнѣе произведено знакомство со временемъ; здесь же укажемъ только, что этой гипотезѣ обязано возникновеніе такъ называемой школы нептунистовъ. Вернеру еще во время своей жизни пришлось быть свидѣтелемъ борьбы порожденного имъ учения съ другой школой—со школою вулканистовъ, главнымъ представителемъ которой былъ современникъ Вернера—англичанинъ Гюттонъ.

Значеніе нептунизма, проводимаго Вернеромъ, было громадно. Его ученики объясняли происхожденіе всевозможныхъ геологическихъ образованій исключительно только дѣятельностью воды и распространяли этотъ взглядъ даже па такія горныя породы какъ базальты, относительно которыхъ уже раньше Вернера нѣкоторые ученые были, вполнѣ основательно, того мнѣнія, что они—продукты вулканической дѣятельности. Такъ думали о нихъ, напр., Демарэ и другой французскій ученый Доломье.

То, что сдѣлалъ Вернеръ для древнѣйшихъ памятниковъ жизни нашей планеты, подмѣтивъ въ нихъ извѣстную группировку, то же сдѣлалъ для сравнительно болѣе новой группы геологическихъ памятниковъ, но уже другимъ пріемомъ, англичанинъ Уильямъ Смитъ (1790 г.). Этому ученому пришлось вполнѣ самостоятельно прийти къ заключенію, что въ наслоеніи горныхъ породъ есть опредѣленная законность, и что для разбора ихъ можно съ полнымъ удобствомъ руководствоваться тѣми ископаемыми организованными формами, которыя въ нихъ встрѣчаются. Не имѣя средствъ для болѣе удобнаго посѣщенія различныхъ угольковъ своей родины, онъ обошелъ ее пѣшкомъ, провѣряя свои выводы. Его изслѣдованія дали возможность привести въ извѣстную систему разнообразныя геологическія образованія Англіи. Впрочемъ, этимъ не удовольствовался Смитъ. Онъ сдѣлалъ попытку нанести эти образованія на географическія карты и такимъ путемъ дальше первую геологическую карту Англіи, появившуюся въ 1815 году.

Окрестности Парижа, издавна доставлявшія городу строительный матеріалъ, крайне богаты еще болѣе новыми памятниками жизни земли и содержать многочисленные остатки ископаемыхъ организмовъ. Начало XIX столѣтія, благодаря трудамъ Кювье по сравнительной остеологии и Ламарка по изученію новѣйшихъ и вымершихъ моллюсковъ, привлекло довольно многочисленныхъ дѣятелей на поприще естествознанія, разрабатываемаго въ это время съ необыкновеннымъ энтузіазмомъ. Ископаемые организмы окрестностей Парижа должны были обратить на себя вниманіе, тѣмъ больше, что при выработкахъ строительного камня, они встрѣчались въ немъ въ достаточномъ количествѣ. За изслѣдованіе ископаемыхъ высшихъ позвоночныхъ животныхъ взялись Кювье и Бронваръ, выдвинувшиe рядъ крайне своеобразныхъ и уже несуществующихъ на землѣ животныхъ. За изученіе ископаемыхъ болѣе низко-

организованныхъ животныхъ принялъся Ламаркъ. Труды этихъ ученыхъ освѣтили третью группу геологическихъ памятниковъ и дали возможность вставить въ извѣстную цѣль ихъ новое, болѣе молодое звено.

Споръ, возникшій со времени Вернера, между нептунистами и вулканистами, принялъ ожесточенный характеръ. Многіе ученые, вполнѣ ясно понимая, что количество собранного материала еще крайне недостаточно для подобнаго спора, что еще многочисленные памятники земли не нашли мѣста въ существующей классификациіи, пришли къ выводу, что только единственно путемъ изслѣдованія и разработкою классификаціи можно будетъ со временемъ вырѣшить вопросъ о справедливости того или другого воззрѣнія. Они отказались отъ солидарности со школами вулканистовъ и нептунистовъ и сосредоточили всю свою дѣятельность на добываніи новыхъ геологическихъ данныхъ. Этому обстоятельству оказалось неоцѣнимую услугу возникновеніе ученыхъ геологическихъ обществъ, изъ которыхъ однимъ изъ первыхъ явилось Лондонское геологическое общество, возникшее въ 1807 году. Подъ его эгидою стали работать многіе англійскіе геологи и работы Смита дали для нихъ обильный материалъ по вопросу о классификациіи геологическихъ образованій.

Надо замѣтить, что въ эти новѣйшія времена, также и въ другихъ странахъ, мало-по-малу, стала увеличиваться группа геологовъ-раціоналистовъ, вполнѣ ясно понимавшая безплодность возникшихъ между вулканистами и нептунистами преній. Дружными усилиями ученыхъ стали расширяться области геологическихъ изслѣдованій, стали обогащаться коллекціи обширнымъ запасомъ ископаемыхъ организмовъ. Одновременное изученіе какъ самихъ памятниковъ жизни земли и ихъ взаимныхъ отношеній, такъ и ископаемыхъ организмовъ, въ нихъ встречающихся, дало возможность установить въ достаточныхъ подробностяхъ классификацию. Оставалось найти методъ, при помощи которого можно было бы понять внутренній смыслъ геологическихъ памятниковъ и на основаніи которого можно было бы читать прошлую исторію земли.

Такой методъ далъ извѣстный англійскій геологъ Чарльзъ Лайэлль. Сочиненіе его „Principles of Geology“, появившееся первоначально нѣсколькими томами отъ 1830 до 1833 года, составляетъ новую эпоху въ исторіи геологическихъ знаній. Этотъ методъ можно назвать индуктивнымъ и основу его видѣть въ современныхъ геологическихъ явленіяхъ. Изученіе этихъ послѣднихъ и въ особенности результатовъ ихъ дѣятельности, а равно сравненіе болѣе древнихъ геологическихъ памятниковъ съ современными образованіями, даетъ ключъ къ разъясненію и самыхъ способовъ происхожденія этихъ послѣднихъ. Такое сравненіе показываетъ, что вся толща земли сложена такими образованіями, которыя по многочисленнымъ и разнообразнымъ признакамъ подходятъ къ современнымъ геологическимъ образованіямъ. Дѣятельность атмосферы на земной поверхности, воды—какъ механической или химической силы, вулканическихъ явленій и жизни организмовъ—все это даетъ возможность

правильно толковать прошедшее нашей планеты и видеть въ нихъ такихъ дѣятелей, которые со временемъ глубокой древности жизни земли по тѣмъ же законамъ приготавляли образованія, вполнѣ аналогичныя современнымъ. Здѣсь, очевидно, невѣдомымъ силамъ нѣтъ мѣста и такою постановкою метода изслѣдованія совершенно исключаются тѣ гипотезы, въ основание которыхъ не положена строгая индукція изъ современныхъ геологическихъ явлений. Современный рельефъ суши и тѣ высочайшія горы, которыя на ней встрѣчаются, своеобразный наносятъ съ громадными отщепенцами сѣверныхъ горныхъ породъ, покрывающій значительныя пространства Европы и Америки, все это произведеніе тѣхъ же геологическихъ дѣятелей, что и нынѣ на нашихъ глазахъ,—то совершаютъ свою работу медленно и постепенно, то напоминаютъ о себѣ страшными и опустошительными изверженіями или землетрясеніями. Отсюда легко вывести заключеніе, что современное состояніе земной поверхности не есть что нибудь окончательное, но что и мы живемъ въ опредѣленную геологическую эпоху, которая должна будетъ смѣниться новою.

Въ другомъ своемъ сочиненіи „*Manuel of Elementary Geology*“, выпущенномъ впервые въ 1838 году подъ заглавиемъ „*The Elements of Geology*“, Лайэлль въ высшей степени успѣшно примѣняетъ свой методъ изслѣдованія къ древнимъ геологическимъ памятникамъ, освѣщающая ихъ какъ древнія страницы жизни нашей планеты. Группировка геологическихъ памятниковъ, сдѣланная этимъ ученымъ, въ общемъ и по настоящее время осталась вѣрною и принимается большинствомъ ученыхъ, какъ дающая возможность болѣе просто и легко обнять человѣческою памятью громадный томъ геологической лѣтописи.

Впрочемъ и опытный путь изслѣдованія не остался чуждъ геологии. Почти одновременно съ Лайэллемъ германскій ученый Бишофъ показалъ, что путемъ лабораторныхъ занятій можно выяснить многіе изъ тѣхъ процессовъ, которые совершаются въ природѣ, и получить опредѣленные результаты, вполнѣ схожіе съ природными. Въ особенности наука обязана этому ученому приложеніемъ опытнаго метода къ разъясненію химической дѣятельности воды на различныя горныя породы, а равно и разъясненіемъ многихъ вопросовъ о ихъ образованіи. Нѣсколько позднѣе его, другой ученый—французъ Добрѣ примѣнилъ къ изученію нѣкоторыхъ геологическихъ образованій физические опыты, показавъ возможность, комбинируя условія, получить искусственнымъ путемъ тѣ же результаты, которые и непосредственно наблюдаются въ природѣ.

Конецъ пятидесятыхъ годовъ нынѣшняго столѣтія далъ въ руки геологовъ еще одинъ методъ, пролившій крайне значительный свѣтъ въ особенности на одинъ изъ отдельовъ геологии—петрографію, т.-е. науку о горныхъ породахъ. Этотъ методъ былъ предложенъ англичаниномъ Сорби, который показалъ возможность примѣненія микроскопа къ изученію горныхъ породъ. Этотъ методъ въ рукахъ Фогельзанга, Циркеля, Розенбуша, Фукѣ, Ласо и ряда другихъ далъ въ высшей степени блестящіе результаты. Онъ далъ возможность сдѣлать видимыми такія плотные и компактныя горныя породы, какъ грюнштейны, траппы и другія,

которые, по недоступности ихъ невооруженному глазу, оставались неразлагаемыми, а потому и недоступными изслѣдованию. Микроскопъ разложилъ ихъ на составные части и позволилъ выработать болѣе или менѣе практическую классификацію. Кромѣ того, онъ также далъ возможность и болѣе глубоко заглянуть въ горную породу: далъ нѣкоторыи критерій для тѣхъ видоизмѣненій, которымъ подвергается горная порода, а также нѣкоторыи факты для болѣе положительныхъ толкованій и о самомъ способѣ ея происхожденія.

Если до Лайэлля классификація геологическихъ памятниковъ содержала много пробѣловъ, то этому ученому, во многихъ случаяхъ, принадлежитъ восполненіе этихъ пробѣловъ новыми находками и введеніе въ науку крайне удачныхъ, выработанныхъ имъ, пріемовъ. Послѣднее время геологическихъ изслѣдованій можетъ быть отмѣчено, какъ наиболѣе богатое разнообразными находками тѣхъ переходныхъ образованій, которая болѣе или менѣе полно связываютъ между собою въ одно цѣлое разрозненные геологические памятники. Въ этомъ отношеніи крайне много сдѣлали альпійскіе геологи, выдвинувшіе нѣсколько такихъ переходныхъ памятниковъ. Впрочемъ, изъ вышеизложенного еще не слѣдуетъ дѣлать вывода, что геология въ настоящее время представляетъ цѣлый замкнутый томъ, не содержащій пробѣловъ. Напротивъ того, такие пробѣлы, и иногда весьма существенные, наблюдаются еще и понынѣ въ томъ лѣтописи земли. Достаточно взглянуть на периодически издаваемую Марку, всесвѣтную геологическую карту, чтобы видѣть, какая еще громадная пространства суши остаются неизслѣдованными, а принимая во вниманіе, что и Европа не во всѣхъ своихъ частяхъ подверглась детальному изслѣдованию, можно надѣяться, что со временемъ будутъ найдены и потерянные листки изъ обширнаго тома лѣтописи земли, которые дадутъ возможность представить еще болѣе широкую картину ея жизни и тѣхъ измѣненій, которымъ она подвергалась.

Этотъ бѣглый обзоръ того пути, которымъ выработалась какъ сама наука, такъ и ея методъ, приводить къ опредѣленной программѣ, по которой должно быть производимо знакомство съ геологіею.

Такъ какъ ключемъ къ толкованію древнихъ образованій служать геологическія образованія, происходящія на нашихъ глазахъ, то изученіе ихъ и тѣхъ дѣятелей, которымъ они обязаны своимъ происхожденіемъ, и должно быть на первомъ планѣ. Такими дѣятелями являются: атмосфера, вода, явленія вулканической и жизнедѣятельность организмовъ. Атмосфера можетъ влиять на земную поверхность своимъ составомъ, температурою и массою. Вода дѣйствуетъ на земную поверхность какъ въ жидкому, такъ и въ твердомъ состояніи, а потому ея дѣятельность и должно изучать съ двухъ вышеуказанныхъ точекъ зрѣнія. Кромѣ того, вода то является дѣятелемъ разрушительнымъ, то созидательнымъ, а потому и эти двѣ точки зрѣнія должно иметь въ виду при изученіи ея дѣятельности. Наконецъ, та же вода можетъ быть рассматриваема то какъ дѣятель химической, то какъ дѣятель механической. Вулканическая явле-

нія настоящаго времени выражаются нѣсколькими отдѣльными феноменами, изученіе которыхъ открываетъ многочисленныя стороны, въ высшей степени важныя для толкованія прошедшаго нашей планеты. Жизнедѣятельность организмовъ должна быть рассматриваема съ двухъ сторонъ: или какъ дѣятельность растительныхъ, или какъ дѣятельность животныхъ организмовъ.

Изученіе современныхъ геологическихъ явленій еще недостаточно для толкованія прошлой жизни земли, а потому необходимо предварительно свести знакомство еще съ двумя отдѣлами геологии. Одинъ изъ этихъ отдѣловъ знакомить съ тѣми твердыми массами, которая образуютъ поверхность нашей планеты и которая извѣстны подъ именемъ горныхъ породъ. Другой изъ отдѣловъ специально занимается разсмотрѣніемъ того фактическаго материала, который доставляютъ непосредственный наблюденія надъ взаимными отношеніями горныхъ породъ между собою, надъ извѣстною зависимостью какъ между собою, такъ и отъ мѣстныхъ условій находимыхъ въ горныхъ породахъ окаменѣлостей. Разсмотрѣніе вышеупомянутыхъ вопросовъ должно быть въ тѣснѣйшей связи съ наблюденіями надъ современными образованіями и надъ современнымъ распределеніемъ организмовъ въ окружающей насъ природѣ.

Наконецъ, нѣкоторые ученые присоединяютъ еще въ видѣ отдѣла геологии — палеонтологію, т.-е. науку объ ископаемыхъ организмахъ какъ растительнаго, такъ и животнаго царства. Такое присоединеніе, при современномъ состояніи нашихъ свѣдѣній, составляетъ съ одной стороны значительное бремя для курса геологии, а съ другой стороны, въ видѣ систематики, палеонтологія еще тѣснѣе соприкасается съ зоологіею и ботаникою и въ настоящее время можетъ быть изучаема только при подробномъ и тщательномъ знакомствѣ съ двумя вышеуказанными отраслями человѣческихъ знаній. Каждъ геологія есть дѣтище минералогіи, такъ палеонтологія есть дѣтище геологии, и если безъ знанія палеонтологіи невозможно дальнѣйшее движение геологии, то съ другой стороны специальное изученіе и усовершенствованіе палеонтологіи, по нашему мнѣнію, немыслимо безъ основательнаго знанія современныхъ организмовъ какъ растительнаго, такъ и животнаго царства, а потому систематическое изученіе ископаемыхъ растеній и животныхъ должно производиться въ строгой связи съ изученіемъ современныхъ организмовъ, т.-е. составить отдѣлы ботаники и зоологии.

Только вооружившись вышеуказанными знаніями, можно приступить къ разбору древнихъ памятниковъ жизни земли, т.-е. къ тому ея отдѣлу, который извѣстенъ подъ именемъ исторической геологии.

I.

СОВРЕМЕННЫЯ ГЕОЛОГИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ.

(ДИНАМИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГІЯ).

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДѢЯТЕЛЬНОСТЬ АТМОСФЕРЫ.

Атмосфера обнимаетъ собою всю поверхность земнаго шара непрерывною оболочкою. Эту оболочку нѣкоторые измѣряютъ толщиною отъ 60 до 75 километровъ, а по Шмидту, подъ вліяніемъ центробѣжной силы, она распредѣляется надъ землею неодинаково: у экватора достигаетъ толщины — 58 кил., тогда какъ у полюсовъ всего 44 километра.

Прямое геологическое дѣйствіе атмосферы обнаруживается ея температурою, составомъ и массою. Дѣйствіе температуры атмосферы выражается разрушеніемъ горныхъ породъ; быстрые переходы отъ одной температуры къ другой, обусловленные притоками то болѣе холоднаго, то болѣе теплого воздуха, должны отразиться на развитыхъ въ данной мѣстности горныхъ породахъ; а это будетъ вліять въ свою очередь на сжатіе или расширение отдельныхъ минераловъ, составляющихъ горную породу и имѣющихъ различные коэффиціенты расширения, результатомъ чего могутъ явиться трещины, а за ними и распаденіе породы на болѣе или менѣе мелкіе куски; сохранившіяся отъ разрушенія массы горныхъ породъ могутъ представить крайне разнообразныя наружныя очертанія (фиг. 1). Въ особенности сильно выражается это явленіе въ тѣхъ мѣстахъ, где господствуютъ продолжительные и сильные морозы, а равно и въ высокихъ областяхъ горныхъ странъ, где наблюдаются рѣзкія различія въ температурѣ дня и ночи. Конечно, какъ въ первомъ, такъ и во второмъ случаѣ атмосферы оказываются помощь водяные пары, всегда находящіеся въ воздухѣ и при пересыщеніи выпадающіе изъ него въ видѣ дождя. Въ сѣверныхъ и гористыхъ странахъ часто находять въ скалистыхъ мѣстахъ значительные области, покрытыя обломками горныхъ породъ. Такія образованія

на Уралѣ, въ Сибири и на съверѣ Россіи носятъ название „розсыпей“¹⁾. Эти розсыпи, составленныя изъ наваленныхъ другъ на друга угловатыхъ камней (фиг. 2), уже однимъ своимъ видомъ устраниютъ всякое другое объясненіе, въ особенности участіе текущей воды. Кромѣ того почти всегда здѣсь же можно найти и въ скалахъ ту горную породу, распаденіе которой на куски послужило къ образованію розсыпи. Такимъ путемъ образуются на склонахъ многихъ горныхъ кряжей значительныя скопленія разнообразной величины обломковъ горныхъ породъ, — скопленія, образующія иногда собою цѣлый предгорія.



Фиг. 1. Уральская сопка (въ Южномъ Уралѣ).

Геологическая дѣятельность атмосферы обнаруживается и ея составными частями, къ которымъ, какъ известно, относятся кислородъ, азотъ, углекислота и водяные пары. Даѣе будетъ подробнѣе разсмотрѣна эта сторона дѣятельности атмосферы, теперь же слѣдуетъ замѣтить только, что при помощи кислорода можетъ происходить окисленіе какъ многихъ самородныхъ металловъ, такъ и сѣрнистыхъ, мышьяковыхъ соединеній, солей закиси и другихъ. При помощи угольной кислоты можетъ происходить въ природѣ разложеніе нѣкоторыхъ солей, составляющихъ земную поверхность и т. д.

Наиболѣе ясно выражается дѣятельность атмосферы въ ея массѣ.

¹⁾ Такія розсыпи не надо смѣшивать съ тѣми розсыпями, которымъ даютъ прилагательное „золотая“ и которая представляютъ въ большинствѣ случаевъ наносы, отложенные водою.

Представляя собою мощную газообразную оболочку земли, атмосфера обнаруживает какъ давлѣніе на земную поверхность, такъ, при помоши движенія, обуславливаетъ переносъ твердаго материала.

Первое выражается извѣстною высотою ртутнаго или водяного столба, т.-е. барометрическимъ давлѣніемъ. Извѣстны многія химическая реакціи, прямой результатъ которыхъ обусловленъ исключительно давлѣніемъ, которое можетъ измѣнить направление реакцій въ ту или другую сторону, а потому понятно, что нахожденіе надъ поверхностью земли мощнаго слоя атмосферы, а равно и присутствіе на первой какъ значительныхъ низинъ, такъ и значительныхъ возвышеностей,—все это вызываетъ разность давлѣнія, а съ нимъ и различіе въ химическихъ реакціяхъ. Кромѣ того все живое, населяющее земную поверхность, приспособлено къ извѣстному климату и извѣстному давлѣнію, а потому значение атмосферы съ этой стороны очевидно.



Фиг. 2. Розсыпь на сѣверо-восточномъ склонѣ Иремеля въ южн. Уралѣ.
(Карпинскій и Чернышевъ).

Масса атмосферы еще рельефнѣе выражаетъ свою геологическую дѣятельность—движеніемъ. Теплый воздушный ея теченія направляются отъ экватора къ полюсамъ, а холодный въ обратную сторону; кромѣ того на поверхности земли наблюдаются самые разнообразные вѣты, представляющіе наглядное доказательство движения атмосферы. Такъ какъ на поверхности земли находятся какъ скопленія микроскопическихъ организмовъ, такъ и рыхлый, мелкоизмельченный водою и воздухомъ горныя породы, то движеніе атмосферы можетъ обусловить переносъ твердаго материала въ механически-взвѣшенному состояніи.

Переносъ вѣтромъ твердаго материала давно извѣстенъ. Для примера можно указать на такъ называемую метеорную пыль, которая, по изслѣдованіямъ Эренберга, состоитъ изъ микроскопическихъ частицъ, поднимаемыхъ и уносимыхъ вѣтромъ. Атлантическая пассатная пыль главнымъ образомъ состоитъ изъ остатковъ организмовъ: полихистровъ, фитолитарій, растительной пыли и т. д. Гюмбель подраздѣляетъ пыль на двѣ категории: одну — мѣстнаго происхожденія (энтомоптическую), другу-

гую — принесенную издалека (экзотическая). Наконецъ, въ новѣйшее время доказано, что бактеріи, обуславливающія эпидемическую болѣзни, переносятся воздухомъ. Всѣ эти наблюденія относятся къ микроскопически-мелкимъ организмамъ, требующимъ для ихъ переноса сравнительно небольшой скорости движенія атмосферы, тогда какъ известно, что воздухомъ переносятся и болѣе крупный тѣла, видимыя и невооруженнымъ глазомъ.

Вулканы доставляютъ на дневную поверхность въ числѣ продуктовъ своей дѣятельности такъ называемую вулканическую золу или пепель; выбрасываніе золы на значительную высоту въ атмосферу представляетъ явленіе довольно обыкновенное и если массы такой золы попадутъ въ верхнія воздушныя теченія, то они могутъ быть переносимы на значительныя разстоянія. При вулканическихъ изверженіяхъ иногда можно наблюдать невооруженнымъ глазомъ цѣлую тучи, черно окрашенныя золою и передвигающіяся по известному направлению вѣтрами. Въ 1875 году на норвежскомъ берегу, а также въ Швеціи, выпало много такой пыли, которая, по изслѣдованію, оказалась вулканическимъ пепломъ. Это выпаденіе совпало съ изверженіемъ вулкана въ Исландіи, которая отстоитъ отъ Скандинавіи на 1180 — 1260 километровъ. При изверженіяхъ Этны вулканическій ея пепель весьма часто выпадаетъ на калабрійскомъ берегу, т.-е. на разстояніи 80—90 километровъ, а иногда заносится и въ Африку. При нѣкоторыхъ изверженіяхъ Везувія вулканическій пепель его выпадаетъ въ Константинополь и въ сѣверной Африкѣ.

Въ сухихъ и континентальныхъ мѣстностяхъ пыль, обусловленная разрушениемъ горныхъ породъ, представляетъ значительное распространение. По показаніямъ Рихтгофена, въ сѣверномъ Китаѣ идетъ въ широкомъ масштабѣ переносъ вѣтромъ мелкой желтой пыли, результатомъ которой являются громадныя скопленія лѣсса, мощностью до 450—600 метровъ съ долинами до 150 метровъ глубины, доставляющія мѣстнымъ жителямъ превосходную почву. То же самое наблюдается и въ средней Азіи, гдѣ сильные вѣтры поднимаютъ такія массы пыли, что даже воздухъ является окрашеннымъ въ особый желтовато-серый цвѣтъ. Впрочемъ, иногда и вдали отъ материковъ, обладающихъ сухимъ климатомъ, можетъ выпадать лѣссы, очевидно, принесенный воздушными теченіями издалека. Такъ 6 Марта 1888 г. въ Ошмянскомъ уѣздѣ Виленской губерніи вмѣстѣ со снѣгомъ выпала атмосферная пыль, окрасивъ первый въ красноватый цвѣтъ и представившая по изслѣдованію полное сходство съ лѣсскомъ.

Вышеприведенные данные, однако, представляютъ факты, доказывающіе только, что мелкоизмѣченныя твердые части земной поверхности могутъ, благодаря движению воздуха, быть подняты въ атмосферу и переноситься въ механически-взвѣшенномъ состояніи. Но известны факты передвиженія и относительно болѣе крупнозернистаго материала, который по своей тяжести не можетъ быть поднять высоко въ воздухъ, а передвигается близъ самой поверхности земли или просто перекаты-

вается по этой послѣдней. Такой матеріалъ представляетъ песокъ. Еще Геродоту было извѣстно это движение песковъ изъ экспедицій къ оазису Юпитера Амона, чрезъ Сахару, причемъ часто находили въ песчаныхъ штормахъ себѣ гибель цѣлые караваны. Это явленіе повторяется въ Сахарѣ и до сихъ поръ. Восточные вѣтры Ливійской пустыни постоянно переносятъ песокъ въ западную часть Сахары. То же движение наблюдалось въ широкомъ масштабѣ въ китайской пустынѣ Гоби.

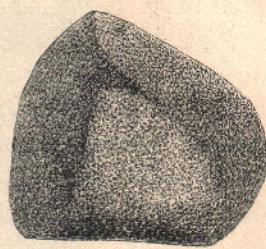
Приводимъ, въ видѣ таблицы, по Мону, скорость поступательного движения вѣтра, давленія, при этомъ обнаруживаемаго, а равно и наблюденія Соколова надъ поступательнымъ движениемъ по землѣ твердаго матеріала въ зависимости отъ скорости и давленія вѣтра.

Обозначеніе вѣтра.	Скорость вѣтра въ метрахъ въ секунду.	Давленіе въ килограммахъ на квадратный метръ.	Величина діаметра зерна въ м.м. (Соколовъ).
1. Штиль.	0 — 0,5	0 — 0,15	песокъ не трогается.
2. Слабый.	0,5 — 4	0,15 — 1,87	
3. Утренний.	4 — 7	1,87 — 5,96	слабое движение песчинокъ меньше 0,5 м.м. 0,5 — 1 м.м.
4. Свѣжий.	7 — 11	5,96 — 15,27	
5. Сильный.	11 — 17	15,27 — 34,35	
6. Буря.	17 — 28	34,35 — 95,4	1 — 2 м.м. 2 — 4 м.м.

Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ этотъ переносъ до такой степени силенъ, что цѣлые плоскогорья представляются какъ бы выметенными нарочно метлою, такъ что на нихъ не найти и песчинки. Такой примеръ представляетъ плоскогорье Карста и Триеста, гдѣ сильный сѣверо-восточный вѣтеръ, постоянно обнаруживающій свое влияніе, совершенно очищаетъ его отъ рыхлаго, мелкоизмельченаго матеріала. На Піано-дель-Лаго, на Этнѣ, Торре-дель-Филозофи давно былъ бы засыпанъ вулканическимъ пескомъ и пепломъ, еслибы не вѣтры, которые ихъ уносились; вслѣдствіе этого склоны вершины Этны состоять изъ обнаженныхъ скаль коренной породы.

Нельзя не обратить вниманія и на то, что твердый матеріалъ, несомый вѣтромъ, при встрѣчѣ съ препятствиемъ долженъ обнаружить на это послѣднее извѣстное влияніе. Къ сожалѣнію, въ этомъ направленіи до настоящаго времени собрано немного фактовъ: такъ, напр., извѣстно, что въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ вѣтеръ несетъ много песку, ударяющаго постоянно въ стекла домовъ, сторона стекла, подверженная удару, весьма скоро становится матовою. Въ послѣднее время стали пользоваться этой силой и искусственнымъ путемъ не только приготовляютъ изъ толстыхъ кусковъ стекла различныя подѣлки, но и сверлять въ стеклянныхъ издѣліяхъ разнообразной величины отверстія. Конечно, и въ природѣ песокъ, ударяемый вѣтромъ о поверхность горной породы, долженъ

оставить на ней известный следъ. Такую обработку можно наблюдать на отдельныхъ камняхъ, обыкновенно не крупныхъ размѣровъ, встрѣчаемыхъ на поверхности песчаныхъ холмовъ и известныхъ подъ именемъ трехгранниковъ или пирамидальныхъ камней. Какъ показываетъ само название (фиг. 3), верхняя сторона такихъ камней представляетъ три грани, пересекающіяся другъ съ другомъ въ довольно острыхъ ребрахъ. Положеніе такихъ трехгранниковъ всегда определенное относительно господствующихъ вѣтровъ, т.-е. однимъ наиболѣе острымъ ребромъ такой камень обращенъ въ сторону господствующаго вѣтра. По всей видимости, трехгранникъ первоначально имѣлъ одно ребро, обращенное въ сторону господствующаго вѣтра, который, неся песокъ, ударялся въ это ребро, раздѣлялся на двѣ струи, обтекалъ камень и стачивалъ и выравнивалъ прилегающія грани; это стачивание двухъ граней повело за собою образование двухъ новыхъ реберъ, появившихся на рубежѣ между этими новыми гранями и заднею поверхностью камня, не подлежащею обработкѣ пескомъ. Съ подобною обработкою камнины даже указываются Натгорстомъ въ кембрійскихъ образованияхъ. Тому же влиянию несомаго вѣтромъ песка надо приписать и появление какъ бы шлифовки на поверхности отдельно лежащихъ большихъ камней па вершинахъ горъ, а также появление такой шлифовки на тѣхъ сторонахъ отдельныхъ скаль, которыми они обращены въ сторону господствующаго вѣтра.



Фиг. 3. Трехгранникъ съ поверхности дюны.

Дюны.

Результатъ передвиженія и скопленія атмосферою относительно болѣе крупнозернистаго матеріала выражается въ образованіи болѣе или менѣе удлиненныхъ прямолинейныхъ, или подковообразно-изогнутыхъ холмовъ или валовъ, известныхъ подъ именемъ дюнъ. Дюны могутъ образоваться или въ побережьяхъ водныхъ бассейновъ, где можно различать дюны рѣчные, озерные, морскія, или въ открытыхъ песчаныхъ местностяхъ, за которыми можно сохранить название дюнь континентальныхъ.

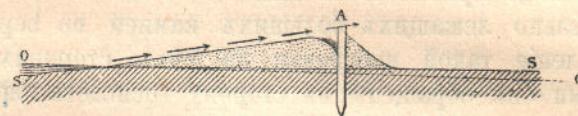
Образованіе дюнь возможно въ томъ случаѣ, когда поверхность, покрытая сыпучимъ матеріаломъ, подвергается постояннымъ, дующимъ въ определенномъ направлениі, вѣтрамъ. Представимъ морское побережье, на которомъ господствующимъ вѣтромъ является вѣтеръ со стороны моря; встрѣчай сухое песчаное побережье, вѣтеръ будетъ забирать мелкій матеріалъ, переносить и перекатывать его по направлению къ материку. Обыкновенно приносимый песокъ располагается на поверхности земли довольно своеобразными грядками ряби (ripple-marks—

слѣды ряби англичанъ, фиг. 4), тянущимися довольно прихотливо и большою частью параллельно другъ другу. Такія грядки вполнѣ схожи съ подобными же скопленіями рыхлого материала на днѣ водныхъ бассейновъ, и Декандоль объясняетъ ихъ происхожденіе, какъ результатъ тренія



Фиг. 4. Грядки ряби (ridge-marks) на дюнахъ р. Нѣмана.

движущагося воздуха о поверхность сыпучаго песка. Если при этомъ движениіи будетъ встрѣчено пескомъ какое-либо, иногда крайне ничтожное, препятствіе, то онъ будетъ имъ задержанъ до тѣхъ поръ, пока совершенно его не закроеть, а затѣмъ будетъ пересыпаться чрезъ него (фиг. 5). Такой переносъ, или перекатываніе, обусловливаетъ скопленіе



Фиг. 5. Образование дюны.
oo—уровень моря. ss—поверхность земли.

твердаго материала въ формѣ дюны, склонъ которой, обращенный въ сторону господствующаго вѣтра, явится болѣе пологимъ сравнительно съ тѣмъ, куда будутъ скатываться принесенные твердая частицы (фиг. 6). Если движениіе идетъ постоянно въ одномъ и томъ же направлениі, то перекатывающіяся чрезъ дюну твердая частицы будутъ постепенно уда-



Фиг. 6. Движеніе дюны внутрь материка.

ляться отъ берега и слѣдовательно дюны будутъ передвигаться внутрь материка. Величина дюнныхъ скопленій крайне разнообразна. Извѣстны дюны отъ трехъ и до 30, 40 и даже до 100 метровъ высоты (между мысомъ Боядоръ и Зеленымъ указываютъ дюны высотою отъ 120 до

180 метровъ). Если песокъ не встрѣчаетъ препятствія, то все скопление его на сушѣ представляется ровною песчаною поверхностью, покрытою только грядками раби.

На многихъ плоскихъ морскихъ берегахъ возникаютъ дюны, иногда тянущіяся цѣлыми рядами другъ за другомъ и раздѣленныя впадинами или болотами, а иногда и участками морской воды, отгороженными дюнами отъ моря. Такія дюны извѣстны по берегамъ Фрисландіи, Голландіи, въ южныхъ штатахъ Сѣверной Америки, по берегамъ Франціи, Англіи и въ другихъ мѣстностяхъ. Вторженіе ихъ внутрь материка представляетъ явленіе давно извѣстное, а равно извѣстны и тѣ результаты, которые производитъ это вторженіе—засыпая малоплодородныи матеріаломъ плодородныи мѣстности. По юго-западному побережью Франціи, въ Ландахъ, гдѣ море ежегодно намываетъ около шести миллионовъ куб. метровъ песку, многочисленныя поля, лѣса и деревни исчезли подъ дюнами. Ближайшіе къ морю ряды ниже, ряды вдающіеся далѣе въ материки выше и нѣкоторые изъ нихъ достигаютъ 73 метровъ высоты. Между устьями Адура и Жиронды дюны занимаютъ пространство около 11950 кв. километровъ. Гонимыя западными вѣтрами, они подвигаются впередъ со скоростью отъ 18 до 23 метровъ въ годъ и засыпаютъ лѣса и деревни. Гасконскія дюны подвигаются въ отдѣльности на 20—25 метровъ въ годъ, хотя для всей цѣпи ихъ ежегодную среднюю скорость надо принять не болѣе 1—2 метровъ. Въ Бретани дюны уже ушли отъ берега на разстояніе шести часовъ. Наиболѣе высокія дюны въ Европѣ находятся на берегахъ Голландіи, Франціи и Англіи. Въ Америкѣ самыя большія дюны, близъ мыса Санть-Рокъ, имѣютъ до 42 метровъ высоты. Въ Балтійскомъ побережїи Пруссіи обширныя пространства, покрытыя лѣсами, погребены подъ дюнами; то же самое происходитъ у шлезвигскаго берега, гдѣ городъ Рантумъ почти погребенъ подъ песками. По прусскому побережью ежегодное поступательное движение опредѣляютъ отъ 28 до 35 метровъ. На Фришъ-Нерунгѣ дюны имѣютъ поступательное движение отъ 5, 6 до 7 метровъ въ годъ, а весьма тщательныя наблюденія надъ дюнами Куришъ-Нерунга обнаруживаютъ цифровую величину въ 5—6 метровъ. Въ Англіи, по берегамъ Норфолька, дюны въ историческія времена, по Тейлору, засыпали многочисленныя деревни и поля, такъ что выдающійся изъ дюны шпицъ церкви только одинъ свидѣтельствуетъ, что здѣсь нѣкогда было заселенное мѣсто. Близъ Ливерпуля произведена была попытка вычислить, зная скорость поступательного движенія дюны, какое потребно было количества лѣта для перехода дюнь отъ самаго побережья до современнаго ихъ положенія; это вычисленіе дало 2180 лѣтъ.

Уже давно Эли-де-Бомонъ предложилъ смотрѣть на дюны, какъ на хронометры материковъ; принимая первоначальное происхожденіе дюнъ на самомъ берегу моря и зная ихъ поступательное движение, по его мнѣнію, будто бы возможно вычислить древность материка. Здѣсь, впрочемъ, не принято во вниманіе нѣсколько обстоятельствъ, каковыми являются: размываніе берега во время поступательного движе-

нія дюнь, а равно и вліяніе на берегъ явленій поднятій и опусканій мѣстностей, все это лишаетъ возможности знать ту исходную точку, отъ которой начала свое поступательное движение дюна.

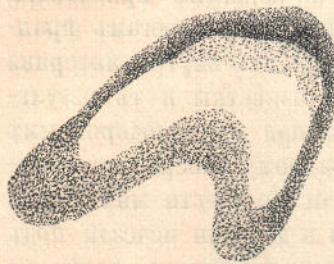
Морскія дюны извѣстны въ европейской и азіатской Россіи. Въ побережьяхъ Балтійского моря они весьма обыкновенны и извѣстны какъ

прямо на открытомъ берегу, напр., у г. Ревеля, такъ и при устьяхъ рѣкъ, напр., р. Наровы. Изобилуютъ дюнами побережья Финскаго залива, гдѣ онѣ причиняютъ иногда значительныя опустошенія. Такой случай наблюдается, между прочимъ, въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ Петербургомъ — въ Сестрорѣцкѣ. Наступающія со стороны моря дюны засыпаютъ какъ самое селеніе, такъ и водяной резервуаръ, здѣсь находящійся и составляющій рабочую силу завода, а равно и сосѣдній лѣсъ. Нѣкоторыя изъ домовъ селенія почти засыпаны; въ ближайшемъ лѣсу

Фиг. 7. Дюна на берегу Нарвскаго залива (Соколовъ).

дюны засыпаютъ деревья, достигающія до 4,5 метровъ высоты. Этотъ случай движенія дюнь въ Сестрорѣцкѣ любопытенъ еще въ томъ отношеніи, что указываетъ на примѣръ небрежнаго отношенія самого человѣка. Здѣсь нѣкогда были старыя дюны, уже поросшія лѣсомъ, но стали срубать этотъ послѣдній, обнажили прекратившую свое движение песчаную почву и она снова начала двигаться подъ вліяніемъ вѣтра, причиняя тотъ вредъ, о которомъ сказано выше.

Въ побережьяхъ водныхъ бассейновъ необходима борьба противъ образованія и поступательного движенія дюнь, такъ какъ въ большей части случаевъ поступательное движеніе дюнь обусловливаетъ постоянное засыпаніе плодородныхъ земель малоплодороднымъ матеріаломъ. Такая борьба возможна двумя способами: во-первыхъ, надо помѣшать морю доставлять постоянно новый матеріалъ для питанія дюнь, а во-вторыхъ, остановить ихъ поступательное движеніе. Въ первомъ отношеніи борьба можетъ вестись успѣшно дорого-стоющими подводными морскими сооруженіями, возводимыми въ нѣкоторомъ разстояніи отъ берега. Такія сооруженія должны на наступающую береговую волну, приносящую песокъ, обнаружить парализующее вліяніе, такъ какъ ударяющая объ это сооруженіе береговая волна останавливается въ своемъ движеніи и теряетъ способность переносить песокъ, который будетъ отлагаться передъ этимъ сооруженіемъ и подъ водою. Противъ поступательного движенія дюнь внутрь страны борьба возможна засадкою поверхности дюны растительностью, подъ вліяніемъ которой съ теченіемъ времени образуется растительный слой, защищающій песокъ дюны отъ соприкосновенія съ воздухомъ. Пруссія въ своемъ Балтійскомъ побережїи не щадить средствъ въ подобной борьбѣ съ поступательнымъ движениемъ дюнь и достигла уже теперь во многихъ мѣстахъ весьма благопріятныхъ результатовъ.



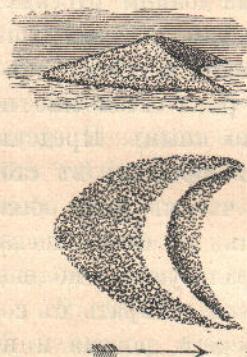
Дюны въ побережьяхъ озеръ также представляютъ явленіе весьма обыкновенное. Въ побережьяхъ нашихъ большихъ водоёмовъ, какими являются Ладожское и Онежское озера, встречаются довольно многочисленные тому примѣры. Южное побережье Ладожского озера во многихъ мѣстахъ занято полосою дюнъ, иногда до двухъ километровъ шириной, и есть данныя, заставляющія предполагать, что въ нѣкоторыхъ мѣстахъ этого побережья уже наблюдалось движение песка еще во времена сношенія Новгорода съ Ганзейскимъ союзомъ.

По берегамъ рѣкъ дюны могутъ образоваться тамъ, где рѣки ограничиваются пологими берегами, на которыхъ въ половодье онѣ оставляютъ принесенный ими песокъ. Здѣсь его скопленіе въ формѣ дюны продолжаетъ свое движеніе на ограниченномъ пространствѣ — до предѣловъ высокаго старого берега. Кромѣ того, такія дюны и не могутъ достигать значительной высоты, потому что, подвергаясь въ большую воду постоянному размыванію, онѣ въ это время не только прекращаютъ свой ростъ, но часто почти совершенно разрушаются. Подобныя дюны известны на многихъ рѣкахъ и широкія рѣчные долины русскихъ рѣкъ могутъ представить многочисленные тому примѣры. Рѣчные дюны известны на Волгѣ, Оке, С. Двинѣ, З. Двинѣ, Нѣманѣ и др.

Скопленіе песчаныхъ отложенийъ по берегамъ рѣкъ возможно не только вышеописанными способами, но и нѣсколько инымъ. Представимъ крутой берегъ, обращенный своимъ отвѣснымъ обрывомъ въ сторону господствующаго вѣтра; представимъ также, что въ ряду обнаженныхъ слоевъ, образующихъ этотъ берегъ, есть и слои песка. Вѣтеръ, ударяясь въ отвѣсный берегъ, отчасти парализуется, но еще всетаки обладаетъ извѣстною силой, чтобы выдувать и забирать съ собою вверхъ тонкія песчинки. Если поверхность берега ровная и не представляетъ никакихъ препятствій, то приносимый песокъ будетъ отлѣгаться довольно равномѣрно. Если же поверхность берега покрыта деревьями, то вѣтеръ, приносящий песокъ, встрѣчая въ деревьяхъ препятствіе, будетъ парализоваться, и вокругъ деревьевъ могутъ произойти скопленія песка въ формѣ холмовъ. Если съ теченіемъ времени обнаженный слой песка будетъ засыпанъ обваломъ, то съ этимъ вмѣстѣ прекратится и доставка материала. Насыпанный на верху холмъ покроется растительностью, засыпанное имъ дерево сгниетъ и въ концѣ концовъ получится весьма правильный, конической формы, холмъ, покрытый растительностью и напоминающій тѣ глубокой древности искусственные сооруженія человѣка, которая извѣстны подъ именемъ кургановъ. Вотъ почему такія природныя образованія можно назвать псевдо-курганами. Повидимому, такихъ псевдо-кургановъ много по берегамъ рр. Волхова, Сяси и друг., и ихъ своеобразная форма подавала подвѣдѣмъ искусственнымъ въ нихъ работамъ, какъ въ настоящихъ курганахъ.

Континентальныя дюны могутъ образоваться тамъ, где на значительныхъ пространствахъ обнажены песокъ, и въ этомъ отношеніи Сахара можетъ служить весьма типичнымъ примѣромъ. Обширныя пес-

чанья пространства здѣсь совершенно открыты вѣтрамъ, которые и скопляютъ песокъ въ дюнныя холмы, состоящіе изъ округленныхъ и какъ бы обточенныхъ песчинокъ въ среднемъ до миллиметра въ диаметрѣ. Холмы въ Сахарѣ не превышаютъ обыкновенно 70 или 80 метровъ высоты. Ватоннъ, наблюденіями въ окрестностяхъ Хадаместъ, въ Сахарѣ, показалъ, что континентальныя дюны не всегда образуются какъ результатъ переноса песка на большія разстоянія. Онѣ могутъ быть простымъ результатомъ выдуванія песку, въ продолжительный періодъ времени, изъ холмовъ, образованныхъ песчаниками. Весьма часто континентальныя дюны представляютъ подковообразную форму, причемъ (см. фиг. 8) наружная, болѣе пологая, сторона обращена въ сторону господствующаго вѣтра. Такая форма образованій въ восточныхъ степяхъ Россіи давно известна подъ именемъ бархановъ. Нахожденіе морскихъ дюнъ, построенныхъ совершенно такъ же, какъ барханы, устраиваетъ всякое другое объясненіе и даетъ возможность утверждать, что



Фиг. 8. Барханъ и его планъ.



Фиг. 9. Холмы сыпучихъ песковъ съ южной стороны оазиса Са-чжеускаго въ центральной Азіи
(Пржевальскій).

барханы суть также дюны. Эту мысль вполнѣ подтверждаетъ и Пржевальскій своими описаніями нѣкоторыхъ степей центральной Азіи, представляющихъ обширныя пространства, иногда сплошь занятыя песками. Приложенный рисунокъ (фиг. 9) заимствованъ изъ путешествія вышеуказанного ученаго и изображаетъ часть пустыни, примыкающей съ южной стороны къ оазису Са-чжеу. Нѣкоторые изъ холмовъ этой пустыни представляютъ типичные барханы, другіе — типичныя дюны. Чтобы представить пространство нѣкоторыхъ песчаныхъ степей, заимствуемъ у того же путешественника цифровыя данныя. Нѣкоторые изъ песчаныхъ степей Чжунгаріи занимаютъ не менѣе 15000 кв. километровъ, пески Кумъ-Тарь тянутся на протяженіи 250 километровъ. Между хребтомъ Алтынъ-Тагъ и Тянъ-Шанемъ сыпучіе пески тянутся на протяженіи 500 килом. Центральныя части Кызылъ-Кумовъ и отчасти Кара-Кумовъ покрыты такими же сыпучими песками. Здѣсь подково-видные или серповидные холмы поднимаются надъ прилегающею местностью на высоту отъ 6 до 9 метровъ, представляя довольно рѣзкое раз-

личие между навѣтrenoю и подвѣтrenoю сторонами,— первая имѣть пологій склонъ 5° — 13° , вторая представляетъ предѣльный склонъ сыпучихъ тѣлъ (до 40°). По показаніямъ Сѣверцева, ему удалось наблюдать въ Кызылъ-Кумахъ дюны, имѣвшія формы бархановъ и отдѣльныхъ холмовъ, которые при дальнѣйшемъ возрастаніи и движеніи теряли эти формы и, сливаясь по нѣскольку вмѣстѣ своими боками, образовывали длинныя гряды, перпендикулярныя направленію господствующаго вѣтра. Это обстоятельство, конечно, еще болѣе сближаетъ барханы съ дюнами.

Подковообразную форму дюнъ или бархановъ можно объяснить двояко. Представимъ движущуюся впередь въ видѣ холма дюну и допустимъ, что при поступательномъ движеніи средняя часть ея встрѣтила бы какое-нибудь препятствіе; конечно, это послѣднее на среднюю часть дюны должно оказать задерживающее влияніе, тогда какъ боковые части холма будутъ продолжать движеніе и тѣмъ скорѣе, чѣмъ дальше отъ препятствія. Результатомъ такого уменьшенія поступательного движенія въ срединѣ дюны явится холмъ съ подковообразнымъ очертаніемъ въ планѣ. Кроме того объяснить такую подковообразную форму дюны можно еще и тѣмъ, что песокъ, скопляющійся на вершинѣ дюннаго холма, будетъ скатываться не только прямо по направленію вѣтра на крутой склонъ, но и въ стороны; въ результатаѣ и здѣсь получится подковообразная форма. Влияніе препятствія, встрѣченнаго срединною частью дюны на ея форму, можно наблюдать даже въ обыкновенныхъ дюнахъ побережья рѣкъ, гдѣ сплошь и рядомъ дерево, встрѣчающееся на пути движенія дюны, заставляетъ эту послѣднюю изгибаться подковообразно, такъ что нѣкоторое время можно наблюдать внутри этой подковы стоящее дерево, основаніе котораго крайне ничтожно засыпано настукающимъ пескомъ.

Резюмируя геологическую дѣятельность атмосферы, надо прийти къ заключенію, что въ общемъ атмосфера стремится понизить выдающіяся части земной поверхности: придать горамъ своеобразную форму, на ихъ склонахъ образовать розсыпи, въ низинахъ дать возможность скапливаться дюннымъ пескамъ и различнымъ продуктамъ разложения твердыхъ горныхъ породъ, а переносъ вѣтромъ разнообразныхъ рыхлыхъ продуктовъ можетъ доставить и въ водные бассейны довольно значительное количество осадка, которымъ могутъ быть восполнены неровности дна этихъ послѣднихъ. Признавая за геологическою дѣятельностью атмосферы понижающее влияніе, дѣйствующее на выдающіяся участки земной поверхности, можно видѣть, что въ этомъ отношеніи она находитъ энергичнаго пособника въ другомъ геологическомъ дѣятелѣ—водѣ.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДѢЯТЕЛЬНОСТЬ ВОДЫ.

Вода въ жидкому состояні.

Вода, выпадая изъ атмосферы на земную поверхность, или проникаетъ въ почву, или стекаетъ по самой поверхности изъ мѣстъ возвышенныхъ въ мѣста низменныя, образуя текущія воды. Отсюда видна двоякая роль въ дѣятельности воды. Съ одной стороны вода, просачивающаяся въ землю, будетъ дѣйствовать какъ растворитель, т.-е. какъ дѣятель химическій; съ другой стороны, обладая извѣстною скоростью теченія, вода можетъ переносить твердые части земной поверхности съ одного мѣста на другое, т.-е. является дѣятелемъ механическимъ.

Подземное движение воды.

Прониканіе воды въ горныя породы можно доказать непосредственнымъ опытомъ, скопленіемъ воды въ рудникахъ, такъ называемою почвенною водою и ключами или источниками.

Непосредственно можно убѣдиться въ томъ, что вода проникаетъ въ горныя породы слѣдующимъ опытомъ: если взять кусокъ какой-нибудь горной породы, напр., гранита (состоящаго изъ кварца, слюды и полеваго шпата) и положить его на нѣкоторое время въ воду, подкисленную какою-нибудь кислотою (слабая кислоты, какъ извѣстно, на составные части гранита химически почти не дѣйствуетъ); затѣмъ, вынувъ, расколоть его и пробовать на свѣжемъ изломѣ лакмусовой бумагой, то окажется, что кислота проникла внутрь куска, и такимъ способомъ можемъ опредѣлить даже предѣлы прониканія въ глубь куска воды въ извѣстный промежутокъ времени. Исключение составляютъ мраморы, представляющіе плотно кристаллическую массу и нѣкоторыя породы вулканическія, образованныя стекловатыми массами. Впрочемъ, и въ этихъ породахъ находятся всегда трещины, представляющія очень удобный путь для проникновенія воды внутрь горной породы. Прониканіе воды, какъ непосредственно чрезъ горную породу, такъ и по трещинамъ съ чрезвычайною наглядностью доказывается рудниками, гдѣ почти при всякомъ правильномъ хозяйствѣ, необходимо устройство особыхъ водоотливныхъ машинъ для выкачиванія воды, стекающей въ изобилии какъ съ потолка, такъ и со стѣнъ рудника и мѣшающей работамъ.

Съ другой стороны, есть породы рыхлыя, не пропускающія воду, такова, напр., глина. Глина совершенно чистая почти совсѣмъ не пропускаетъ воды; такая глина поглощаетъ сама воду, вслушивается

и насытись водою, въ свою очередь, является водопроницаемою; но чистой глины въ природѣ почти не встрѣчается; она всегда бываетъ перемѣшана съ пескомъ, болѣе или менѣе количество котораго и обусловливаетъ болѣшую или менѣшую проницаемость глины водою. Способность глины, въ особенности уплотненной, слежавшейся, задерживать на своей поверхности проникающую сверху воду обусловливается для глины и подобныхъ горныхъ породъ наименование водоупорныхъ. Такое качество обнаруживаютъ многія горныя породы, хотя степень задерживанія воды бываетъ весьма различна; такъ, напр., даже плотнослежавшійся мелкій песокъ можетъ на нѣкоторое время быть такимъ водоупорнымъ слоемъ. Въ противоположность породамъ водоупорнымъ, тѣмъ породамъ, которая болѣе или менѣе легко пропускаютъ воду, даются название водопроницаемыхъ.

Выпадая изъ атмосферы, часть воды проникаетъ въ разрыхленные поверхностные слои земли. Быстро прониканія обусловливается какъ съ одной стороны крутизной склона, на который выпала вода, такъ—и самимъ характеромъ горныхъ породъ. Эта первая проникающая въ почву вода, находимая колодцами или другими сооруженіями, известна подъ именемъ почвенной или грунтовой воды. Глубина, на которой встречаются почвенные воды для различныхъ мѣстностей, различна, что, конечно, находится въ зависимости отъ первыхъ слоевъ, задерживающихъ воду. Такъ въ Петербургѣ на Васильевскомъ островѣ ее находятъ на глубинѣ отъ 0,3 до 1,2 метра, у Лиговки уже глубже—1,8 метра и т. д. Такъ какъ почвенная вода есть первый результатъ скопленія подъ дневною поверхностью воды, то и понятно, что въ мѣстахъ заселенныхъ, где поверхностные слои являются загрязненными, почвенные воды точно также механически и химически загрязнены. Это обстоятельство обусловливаетъ вредъ, приносимый почвенною водою, и заставляетъ заботиться о пониженіи уровня почвенныхъ водъ, что достигается правильною и болѣе глубокою канализаціею для отвода нечистотъ. Въ заселенныхъ пунктахъ уже давно было обращено вниманіе на колебаніе уровня почвенныхъ водъ и доказано, что это колебаніе находится въ извѣстной связи съ эпидемическими болѣзнями въ той же мѣстности. Въ то же время наблюденія надъ этими колебаніями вполнѣ ясно доказали, что почвенная вода находится въ прямой зависимости отъ атмосферныхъ осадковъ и отъ температуры воздуха: кривые колебанія уровня почвенныхъ водъ вполнѣ совпадаютъ съ кривыми осадковъ.

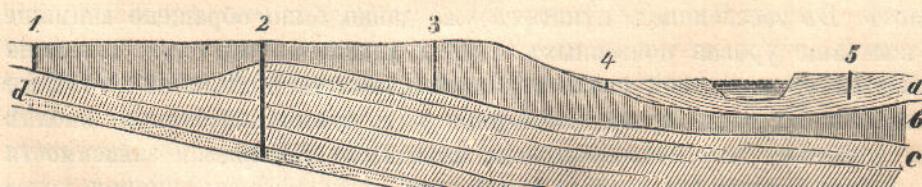
Первые плотные или водоупорные слои, обуславливающіе уровень почвенныхъ водъ, хотя и задерживаютъ на нѣкоторое время воду, но всетаки эта послѣдняя, хотя и медленно, проникаетъ чрезъ нихъ. Встрѣчая на болѣе значительныхъ глубинахъ новый водоупорный слой, вода будетъ скопляться, течь по наклону этого послѣдняго слоя и можетъ снова обнаружиться гдѣ-нибудь на поверхности земли въ формѣ ключа или источника. Это теченіе воды можетъ представляться довольно разнообразнымъ: то вода движется только въ видѣ отдѣльныхъ струй по водоносному слою, то въ видѣ настоящихъ подземныхъ ручей-

ковъ, а иногда даже и въ видѣ подземной рѣки, а потому и въ подземномъ дренажѣ должно усматривать кромѣ химического еще и механическое разрушение. Направленіе подземнаго движения воды можетъ быть обусловлено весьма разнообразными обстоятельствами, къ числу которыхъ надо отнести: наклонъ и изогнутость водоносныхъ и водоупорныхъ слоевъ и вообще весьма разнообразное нарушеніе ихъ горизонтального положенія, присутствіе въ породахъ трещинъ и пустотъ или полостей и т. д.

Извѣстно, что источники могутъ обнаруживаться не только на дневной поверхности, но также и на днѣ рѣкъ, озеръ и морей. Въ Средиземномъ морѣ замѣтленъ источникъ Анаволо, въ заливѣ Аргосъ. Здѣсь со дна залива бѣть столбъ прѣсной воды до 15 метровъ въ диаметрѣ; сила его выхода настолько значительна, что на поверхности моря этотъ ключъ обнаруживается въ видѣ невысокаго фонтана. Такія же подводные источники извѣстны въ Тарентскомъ заливѣ, въ Санть-Ремо, между Монако и Ментоною. Въ Индѣйскомъ океанѣ обильный ключъ прѣсной воды бѣть среди моря въ разстояніи 200 километровъ отъ г. Читтагонга и въ 150 километровъ отъ ближайшаго берега.

Происхожденіе ключей или источниковъ.

Подъ именемъ ключей, источниковъ или родниковъ понимаютъ естественнымъ путемъ обнажающійся на дневную поверхность потокъ подземной воды, подъ именемъ колодца—искусственно обнаженный. Всѣ ключи то подраздѣляютъ по геологическому строенію мѣстности, гдѣ они обнажаются на дневную поверхность, и отличаются: нисходящіе (переливающіеся, трещинные) и восходящіе; то ихъ дѣлать, руководствуясь самимъ способомъ скопленія подземной воды, на слѣдующія категории:



Фиг. 10. Схема колодцевъ г. Вѣны.

а—наносы р. Дуная, б—диллювіальныя образованія, с—третичныя (тегель), и d—водоносный слой. 1 и 3 почвенная вода. 2—колодезь на третичныхъ породахъ, 4—смѣшанная почвенная вода и р. Дуная, 5—рѣчная вода Дуная.

Источники, питающіеся водами рѣкъ. — Примѣромъ могутъ служить колодцы въ рѣчныхъ долинахъ, въ особенности въ Россіи, гдѣ рѣки большую частью протекаютъ по широкимъ рѣчнымъ долинамъ. Многочисленныя наблюденія надъ колебаніемъ уровня воды въ колодцахъ, находящимся въ прямой зависимости отъ высоты воды въ рѣкахъ,

безспорно, доказываютъ тѣсную связь между источниками и рѣками. Это дѣлается вполнѣ понятнымъ, если обратить внимание на строеніе дна долины. Въ большинствѣ случаевъ долины выстланы породами, для воды проницаемыми, напр., песками, по которымъ вода и проникаетъ настолько, насколько тянутся проницаемыя для воды породы, а следовательно, горизонтъ воды въ рѣкѣ будетъ въ то же время и горизонтомъ воды въ колодцѣ.

Источники, происходящіе отъ сокрытия рѣкъ.—Вода, протекая по поверхности земли, можетъ встрѣтить на пути своего теченія трещину. Понятно, что направление теченія можетъ въ силу этого измѣниться. Низвергаясь въ трещину, вода дойдетъ до какой-нибудь водоупорной горной породы, лежащей ниже, и будетъ промывать себѣ путь по направленію ея склона. Отличнымъ примѣромъ могутъ служить источники Остзейского края и въ особенности источникъ Охтиасъ, на островѣ Эзель. Почти вся поверхность Остзейского края образована известняками, покрытыми множествомъ трещинъ. Известняки эти покоятся на мощномъ слоѣ очень чистой и, следовательно, водоупорной глины. Около трехъ километровъ не доходя до моря, можно видѣть на островѣ Эзель текущія воды ручья Охтиасъ, который потомъ исчезаетъ. Источникъ, протекая по известнякамъ и встрѣчая трещину, проникаетъ въ эту послѣднюю и доходитъ до глины, которая при первомъ къ ней соприкосновеніи воды разбухаетъ, всучивается, вымывается, и мало-помалу образуется подземный ходъ, по которому и течетъ вода. На самомъ берегу моря воды Охтиасъ вновь выходятъ на дневную поверхность въ видѣ источника, именно въ томъ мѣстѣ, где пласты глины и известняковъ соприкасаются.

Въ Эстляндіи можно указать также на многочисленные скрывающіеся источники. Хорошій примѣръ представляетъ рѣчка Эррасъ, притокъ р. Изенгофъ. До мызы Эррасъ эта рѣчка течетъ по поверхности, по ровному мѣсту, но у мызы въ берегахъ выступаетъ тонкослоистый, трещиноватый силурійскій известнякъ; часть воды начинаетъ теряться подъ поверхностью известняка, хотя ложе всетаки можно еще слѣдить; оно только въ половодье все покрывается водою. Въ сухое время на днѣ ложа въ известнякѣ замѣтно нѣсколько отверстій до 0,3 метра шириной. Еще дальше теряется и самое ложе, и только по ямамъ, лежащимъ на пути слѣдованія подземного ручья, обнаруживается его направленіе. Иногда и нынѣ еще образуются новыя ямы. Въ половодье изъ такихъ ямъ часто выступаетъ вода; р. Эррасъ въ послѣдній разъ показывается изъ отверстія при впаденіи въ р. Изенгофъ.

Такіе же примѣры представляютъ по Балтійскому побережью ручей Куйвоеги (близъ Нейенгофа), ручей Саллаеги (близъ Ниби) и т. д. Многочисленные примѣры того же явленія наблюдаются въ Каринтии, где сокрытию рѣкѣ способствуетъ присутствіе многочисленныхъ полостей или пустотъ въ горныхъ породахъ этой страны. Какъ любопытный примѣръ, можно привести Циркницкое озеро, имѣющее до 8 километровъ длины и около 4 ширины. Впродолженіе лѣта, въ особенности въ

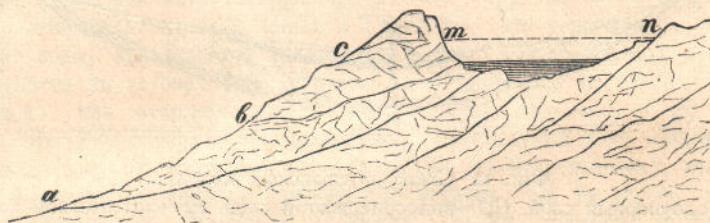
сухое время, горизонтъ воды начинаетъ довольно быстро понижаться и часто въ нѣсколько недѣль озеро совершенно изсякаетъ. Въ это время можно видѣть на днѣ его отверстія, въ которыхъ ушла вода. Эти отверстія обыкновенно ведутъ въ пещеры, лежащія въ сосѣднихъ горахъ. Въ концѣ осени, въ особенности послѣ дождей, вода снова появляется изъ тѣхъ же природныхъ каналовъ, при помощи которыхъ лѣтомъ вытекала. Подобное озеро указываютъ и близъ Каменецъ-Подольска, гдѣ пересѣнное стояніе воды обнимаетъ собою періоды въ пять, шесть лѣтъ и гдѣ столько же лѣтъ ложе озера остается сухимъ.

Потанинъ описываетъ любопытное сокрытие рѣкъ въ гравіи и галешникѣ въ восточномъ Алтаѣ. Здѣсь рѣки (напр., рѣка Дзерче) выбѣгаютъ изъ узкихъ, гористыхъ долинъ и передъ своимъ впаденіемъ въ озеро образуютъ клинообразную широкую часть долины, выстланную галешникомъ. Рѣка, выходя на эту клиновидную поверхность, разбивается на нѣсколько рукавовъ, въ которыхъ вода мало-по-малу теряется, и только близъ берега такого обыкновенно солоноватаго озера, съ той стороны, откуда идетъ рѣка, выходятъ многочисленные, иногда бьющи ключи прѣсной воды. Къ разряду такихъ ключей относятся многіе, наблюдавшіеся въ восточномъ Алтаѣ, какъ напр., по берегу солоноватаго озера Хулму-норъ; вообще для каравановъ, не смотря на солоноватость такихъ озеръ, выбивающіеся ключи даютъ возможность остановокъ.

Источники, питающіеся водою глетчеровъ. — Выше снѣговой линіи атмосферная вода выпадаетъ въ твердомъ видѣ и такимъ состояніемъ, какъ увидимъ далѣе, обусловлено образованіе ледниковъ или глетчеровъ. Такъ какъ эти послѣдніе спускаются много ниже снѣговой линіи, то понятно, что они подвергаются таянію подъ вліяніемъ болѣе высокой температуры воздуха. Количество воды въ ледниковыхъ источникахъ находится въ строгой зависимости отъ температуры воздуха. Весной, когда таяніе ледника идетъ наиболѣе сильно, количество воды въ источникахъ наибольшее. Примѣръ тому видимъ въ Альпахъ, гдѣ особенно много такихъ источниковъ. Количество воды весною, а равно и при продолжительныхъ теплыхъ южныхъ вѣтрахъ, такъ велико, что производитъ значительные разливы рѣкъ, ими питающихся.

Горные источники. — Воду этихъ источниковъ ставили въ былое время въ непосредственную зависимость то отъ особенныхъ резервуаровъ, лежащихъ внутри земли и содержащихъ громадныя скопленія воды, то отъ возгона или дистилляціи, обусловленныхъ вулканизмомъ. Для нѣкоторыхъ, исключительныхъ случаевъ можетъ быть принято послѣднее объясненіе. Такъ напр., Гумбольдтъ наблюдалъ скопленіе воды на вершинѣ Тенерифскаго пика, и это скопленіе обозано происхожденіемъ водяному пару, вырывающемуся изъ особаго отверстія, известнаго подъ именемъ ноздрей пика (*narines del Pico*). По изслѣдованіямъ Араго, нигдѣ, по крайней мѣрѣ, въ Альпахъ, не найдено на самыхъ высокихъ точкахъ горъ источниковъ: они находятся всегда ниже и питаются на счетъ воды вышележащихъ водовмѣстилицъ или пространствъ, способныхъ собираять на нѣкоторой площади атмосферную воду. Такъ, Араго доказалъ,

что источникъ Монтъ-Венто лежить на 180 метровъ ниже прилегающихъ высотъ, а наивысшій источникъ Монъ-Мартъ на 14 метровъ ниже прилегающей вершины. Зависимость источниковъ отъ вышележащихъ водоемъстилищъ, напр. отъ вышележащихъ озеръ, ясно доказывается колебаниемъ уровней источника и водомъстилища. Въ Альпахъ, напр., Даубенское озеро, находящееся на высотѣ 2140 метровъ, питаетъ многочисленные источники; количество воды этихъ источниковъ находится въ зависимости отъ количества воды въ озерѣ. Вода можетъ проникать по трещинамъ, находящимся въ берегахъ и на днѣ озера, или по водопроницаемымъ пластамъ. Такъ какъ эти пласти иногда лежатъ не горизонтально, а наклонно, то становится понятнымъ, почему во время засухи наблюдается уменьшение количества воды. Въ самомъ дѣлѣ, представимъ (фиг. 11), что гора разбита многочисленными трещинами, идущими отъ озера къ склонамъ горы. Понятно, что вода озера будетъ просачиваться по трещинамъ внизъ и обнаружится на склонахъ въ формѣ ключей или источниковъ. Если одна изъ трещинъ будетъ соединять источникъ съ водянымъ резервуаромъ гдѣ-нибудь близъ уровня этого послѣдняго (напр., источникъ *b*), то при понижении уровня воды



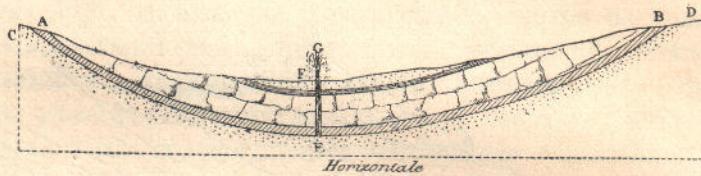
Фиг. 11. Схема источниковъ, питающихся водою вышележащихъ озеръ.

въ озерѣ источникъ можетъ иссякнуть, при повышениі же воды его дѣятельность опять возобновится. Такой источникъ будетъ дѣйствовать періодически.

Къ этой же категоріи горныхъ ключей можно, по механизму ихъ питания, отнести ключи нѣкоторыхъ горныхъ странъ, питающіеся водою тающихъ снѣговъ, скопившихся зимою въ трещинахъ и провалахъ. Въ этомъ отношеніи представляютъ прекрасный примѣръ источники гористой части Крыма. Южная часть Крыма представляетъ страну, по которой тянутся Крымскія горы, поднимающіяся постепенно къ морю и образующія плоскогорье Яилу, которое къ морю спускается крутымъ обрывомъ мѣстами въ 1,380 метровъ высоты надъ уровнемъ Чернаго моря; за этимъ обрывомъ слѣдуетъ узкая полоса земли—южный берегъ Крыма. Во многихъ мѣстахъ обрыва открываются источники, вода которыхъ находится въ прямой зависимости отъ воды, выпадающей въ горахъ: если въ теченіе зимы выпало много атмосферныхъ осадковъ, то и запасъ воды въ источникахъ увеличивается. Постоянная температура источниковъ колеблется отъ 5° до 14° Ц. и притомъ, чѣмъ дальше отъ Крым-

скихъ горъ выходить источникъ изъ обрыва, тѣмъ постоянная температура его выше, а чѣмъ точка выхода источника выше надъ уровнемъ моря, тѣмъ температура ниже. Кромѣ того, почти всѣ крымскіе источники отлагаются углекислую извѣстъ.

Всѣ эти факты объясняются геологическимъ строеніемъ Крымскихъ горъ. Крымскія горы въ своемъ основаніи слагаются изъ водоупорныхъ глинистыхъ сланцевъ, надъ которыми лежитъ мощная толща плотныхъ известняковъ, имѣющихъ массу вертикальныхъ трещинъ; эти известники содержатъ множество пещеръ и покрыты на поверхности очень глубокими (до 30—40 метр.) воронкообразными углубленіями—результатомъ проваловъ. Въ трещины и провалы зимою набивается въ громадномъ количествѣ снѣгъ, который лѣтомъ стаиваетъ только до нѣкоторой глубины. Глубина эта и количество тающаго спѣга, конечно, зависятъ отъ температуры воздуха, что на самомъ дѣлѣ и замѣчается: количество воды въ источникахъ наибольшее въ юлѣ и августѣ, въ самые жаркіе мѣсяцы. Зависимость постоянной температуры источника отъ мѣста его выхода также вполнѣ объясняется вышеупомянутымъ характеромъ питания ихъ водою: чѣмъ ближе мѣсто выхода къ трещинѣ или провалу,



Фиг. 12. Схема артезіанского колодца.

AB—водоупорный слой. CD—водосодержащий слой. EF—артезіанский колодезь.

т.-е. чѣмъ ближе къ мѣсту таянія льда, тѣмъ температура ниже. Отложение углекислой извѣсти также находится въ зависимости отъ геологического строенія Крымскихъ горъ: вода, содержащая углекислоту, проходя по угледѣствковымъ слоямъ, растворяетъ нѣкоторое количество угледѣствковой соли, а затѣмъ, выходя на дневную поверхность, выдѣляетъ углекислоту и снова освобождаетъ углекислую извѣстъ.

Восходящіе или бьющіе источники.—Условія для происхожденія восходящихъ ключей слѣдующія: необходимо котловинообразное изогнутие горныхъ породъ и перемежаемость водоупорныхъ слоевъ съ водопроницаемыми.

Вода, выпадая изъ атмосферы, можетъ встрѣчать выходы котловинообразно-изогнутыхъ слоевъ на дневную поверхность. Она будетъ проникать въ тѣ изъ нихъ, которые пропускаютъ воду, и задерживаться на нѣкоторой глубинѣ слоями водоупорными и такимъ способомъ можетъ произойти значительное скопленіе воды на поверхности водоупорныхъ слоевъ. Вода, собирающаяся въ вышележащихъ частяхъ пласта, будетъ, стекая, давить на воду, лежащую ниже, и если затѣмъ въ котловинѣ образуется трещина, идущая до слоя, содержащаго воду, то вода поднимется вверхъ и будетъ бить фонтаномъ на нѣкоторую высоту надъ землей (фиг. 12).

Теоретически ясно, что чѣмъ больше будетъ отверстій или трещинъ, чѣмъ больше будетъ число фонтановъ, тѣмъ меныше будетъ ихъ сила, и наоборотъ; это правило подвержено нѣкоторымъ колебаніямъ въ зависимости отъ мощности водоноснаго слоя и ширины отверстія или трещины.

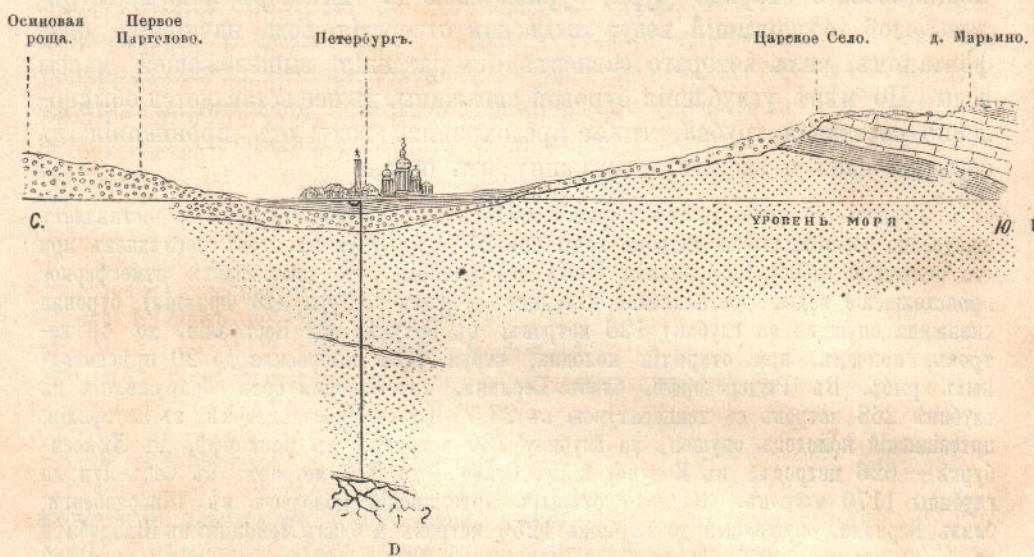
Эти естественные фонтаны или бьюще и восходящіе ключи показали возможность устройства искусственныхъ колодцевъ, основанныхъ на тѣхъ же принципахъ. Первые такие колодцы стали бурить во Франції въ 1126 г. въ Лиллерѣ въ провинціи Артоа, почему они и носятъ название артезіанскихъ колодцевъ. Впрочемъ, еще раньше такое буреніе было известно древнимъ Египтянамъ и Китайцамъ, причемъ послѣдніе опускали буровыя скважины до глубины 900 метровъ. При помощи особаго снаряда (бура) бурать слои до тѣхъ поръ, пока не встрѣтить слой, содержащій воду; тогда изъ отверстія вода начинаетъ быть фонтаномъ, сила которого зависитъ отъ давленія вышележащей массы воды. По мѣрѣ углубленія буровой скважины, въ нее вставляется обыкновенно составная трубка, чтобы предохранить воду отъ прониканія въ соседніе слои и защитить скважину отъ обвала.

Гренельскій колодезь въ Парижѣ имѣть 547 метровъ глубины и доставляетъ ежедневно $3\frac{1}{2}$ миллиона литровъ воды при 27° Ц. Струя въ этомъ послѣднемъ при его открытии выбросила раковины *Helix* и *Planorbis*, что доказываетъ атмосферное происхожденіе воды, доставляемой колодцемъ. Близъ г. Тура (во Франції) буровая скважина опущена на глубину 126 метровъ; въ Бюхумѣ, въ Вестфалии, до 43 метровъ, причемъ, при открытии колодца, струя воды выбросила до 20 прѣноводныхъ рыбъ. Въ Рюдердорфѣ, близъ Берлина, артезіанская вода обнаружилась на глубинѣ 268 метровъ съ температурою въ $23,5^{\circ}$ Ц.; въ Нейзальцверкѣ, въ Вестфалии, артезіанскій колодецъ опущенъ на глубину 730 метровъ, въ Мендорфѣ, въ Люксембургѣ — 626 метровъ, въ Колумбусѣ, въ Огайо — до 837 метровъ, въ Сенъ-Луи до глубины 1170 метровъ. Недавно открыть артезіанскій колодецъ въ Шперенбергѣ, близъ Берлина, опущенный до глубины 1250 метровъ и близъ Лейпцига въ Шладебахѣ въ 1700 метровъ.

Въ Европ. Россіи также есть артезіанскіе колодцы, но нельзя сказать, чтобы имъ особенно посчастливилось. Это послѣднее обстоятельство обусловлено какъ отчасти недостаточнымъ предварительнымъ опредѣленіемъ условій полученія для данной мѣстности артезіанскихъ водъ, такъ и слишкомъ быстрымъ составленіемъ геологическихъ схемъ. Для примѣра можно указать на глубокую буровую скважину въ Айбарахѣ, въ Крыму, опущенную на глубину 706 метровъ, гдѣ воды не наплы, и на скважину г. Москвы, опущенную на глубину около 316 метровъ, гдѣ вода остановилась, не доходя поверхности земли около 12 метровъ. Буровая скважина, заложенная почти на самомъ берегу моря, есть въ г. Ревель. Всѣ слои, обнажающіеся на этомъ берегу, имѣютъ слабый склонъ на югъ, поэтому выборъ мѣста для буренія былъ затруднителенъ, такъ какъ можно было предполагать встрѣтить здѣсь воду Финскаго залива; однако съ глубины около 90 метровъ получена хорошая прѣсная вода. Объяснить это возможно или тѣмъ, что водоносный слой проходитъ подъ дномъ Финскаго залива и доставляетъ воду, собираемую имъ въ Фин-

ляндіи, или тѣмъ, что вышележащіе трещиноватые известняки непосредственно даютъ стокъ водѣ съ площади, лежащей южнѣе.

Въ Петербургѣ тоже есть буровыя скважины, изъ которыхъ первая по времени открытия находится во дворѣ экспедиціи заготовленія государственныхъ кредитныхъ бумагъ. Эта скважина можетъ служить хорошимъ примѣромъ наклоннаго положенія слоевъ, обуславливающихъ появление ключа. Петербургъ лежитъ въ долинѣ р. Невы (см. фиг. 13), имѣющей мѣстами около 40 километровъ въ ширину. Эта долина съ сѣвера ограничена Парголовскими, а съ юга — Царскосельскими высотами. Подъ наноснымъ слоемъ долины лежитъ слой синей глины съ прослоями песчаника. Царскосельскія высоты образованы горными породами, относимыми геологами къ силурійской системѣ, тогда какъ вы-



Фиг. 13. Схема артезіанского колодца г. Петербурга.

А—породы силурійской системы, В—синяя глина (кембрійская система), С—нижніе водоносные слои и D—гранитъ (?).

соты Парголовскія, по всей вѣроятности, образованы породами компактными — гранитами или гнейсами, прикрытыми сверху мощною толщею ледниковоаго наноса.

Буренiemъ подъ г. Петербургомъ обнаружено три водосодержащихъ слоя. Первый водосодержащий слой былъ встрѣченъ на глубинѣ 26,8 метра, на границѣ встрѣчи наносныхъ слоевъ со слоемъ синей глины. Вода содержала 11,4 ч. минеральныхъ веществъ на 10000 ч. воды, т.-е. значительно больше невской воды (0,3 ч.). Второй водосодержащий слой былъ найденъ на глубинѣ 118 метровъ, въ мѣстѣ встрѣчи слоя синей глины съ прослоемъ песчаника и въ водѣ этого слоя уже содержалось 22,3 ч. минеральныхъ веществъ на 10000 ч. воды, но воды было больше, чѣмъ въ первомъ слоѣ; наконецъ, на глубинѣ 157,5 метра, въ третьемъ слоѣ, также на границѣ встрѣчи синей глины съ песчани-

вода содержала 30,4 ч. минеральныхъ веществъ на 10000 ч. Вода выходила на дневную поверхность съ значительной силой и имѣла температуру 11°,2 Ц. Такъ какъ она для питья оказалась неподходящей, то, за незначительной долей, идущей въ употребленіе въ экспедиціи, большая часть ея спускается въ рѣчку Таракановку. Общая глубина этого артезіанского колодца равна 200 метрамъ. Пунктъ, на которомъ остановились при буреніи артезіанского колодца Петербурга, въ сие время вызываетъ сомнѣнія. По мнѣнію нѣкоторыхъ, на этомъ пункте найдено коренное мѣсторожденіе гранита, по другимъ — это простой гранитный валунъ (вотъ почему и въ нашемъ разрѣзѣ поставленъ вопросительный знакъ). Приходится сожалѣть, что въ свое время не разсыпали возникшихъ сомнѣній хотя бы небольшимъ углубленіемъ скважины. Тотчасъ по вырытии колодца вода била фонтаномъ, но въ настоящее время она поднимается только на нѣсколько дюймовъ надъ поверхностью трубы. Между минеральными веществами въ водѣ петербургскаго артезіанского колодца преобладающее процентное содержаніе праходится на NaCl (въ нижнемъ слоѣ 80%, въ верхнемъ 20%); въ водѣ нижняго слоя найдены также соли юда и брома. Въ настоящее время, благодаря значительному удешевленію работы артезіанскихъ колодцевъ, въ Петербургѣ есть нѣсколько новыхъ, устроенныхъ съ цѣлью снабженія водою бани, фабрикъ и фонтановъ.

Если артезіанскіе колодцы требуютъ котловинныхъ изогнутій горныхъ породъ или наклоннаго ихъ положенія и слоистаго строенія, то спрашивается, можно-ли въ породахъ компактныхъ, лишенныхъ слоистости, встрѣтить артезіанскую воду? Этотъ вопросъ былъ решенъ вполнѣ удовлетворительно въ Шотландіи, горныя породы которой болѣею частію являются массивными. Англійскіе геологи, произведя подробнаго изслѣдованія, решили этотъ вопросъ на основаніи положенія трещинъ, находящихся въ этихъ породахъ; трещины шотландскаго гранита частью вертикальны, частью горизонтальны, а потому вода можетъ, проникая въ вертикальныя трещины, собираться въ горизонтальныхъ. На этомъ основаніи устроены артезіанскіе колодцы въ гранитахъ въ Шотландіи, гдѣ нашли артезіанскую воду на глубинѣ около 55 метровъ; точно также въ гранитѣ Вильбада, въ Вюртембергѣ, найдена была вода на глубинѣ 21 метра.

Устройство искусственныхъ буровыхъ скважинъ въ настоящее время имѣеть широкое примѣненіе не только для добычи прѣсной воды, но и для увеличенія количества водѣ минеральныхъ, съ цѣлью перехватить на большихъ глубинахъ разсолы большей крѣпости и тѣмъ предохранить ихъ отъ смѣшанія съ прѣсной водой, проникающей сверху. Въ особенности значительно примѣненіе артезіанскаго буренія для добычи петролеума.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ХОЛОДНЫЕ И ТЕПЛЫЕ КЛЮЧИ.

Въ строгомъ смыслѣ слова, быть въ природѣ ключевыхъ водѣ, которыхъ не содержали бы въ растворѣ какихъ бы то ни было веществъ,

къ числу которыхъ относятся разнообразные газы, различныя минеральныя соли и органическія соединенія. Количество растворенного въ водѣ материала крайне варіируетъ; такъ, въ ключевыхъ водахъ Пломбіера и Гаштейна на литръ воды минеральныхъ веществъ—всего 0,3 грм., въ ключахъ Барежа—0,11 грм., въ Беллевиль у Парижа—2,52 грм. и т. д.; даже въ дождевой водѣ иногда находили до 0,11 грм. растворенныхъ минеральныхъ веществъ.

Минеральные ключи представляютъ тотъ особенный интересъ, что при изученіи минеральныхъ веществъ, опредѣляющихъ характеръ минеральной воды, въ то-же время изучаются и тѣ химическіе элементы, которые способны переноситься водою съ одного мѣста на другое. Дѣйствительно, изслѣдованіе осадковъ, образованныхъ минеральными ключами, показало, что многія вещества, считавшіяся прежде нерастворимыми, способны, при извѣстныхъ условіяхъ, растворяться, а слѣдовательно, переноситься водой на болѣе или менѣе далекое разстояніе. Особенную точность изслѣдованія этого рода получили со временемъ открытия спектрального анализа, дающаго возможность находить въ осадкахъ присутствіе минимальныхъ количествъ веществъ. Слѣдовательно, здѣсь получается возможность слѣдить за тѣми измѣненіями, которая происходятъ въ горныхъ породахъ подъ влияніемъ циркулирующей чрезъ нихъ воды, т.-е. здѣсь приходится сталкиваться съ вопросомъ о минеральной жизни горныхъ породъ, съ вопросомъ весьма важнымъ въ геологии.

Точные химическіе анализы какъ воды разнообразныхъ ключей, такъ и осадковъ, изъ нихъ образующихся, по настоящее время обнаружили слѣдующія вещества, находящіяся въ растворѣ: кислородъ весьма обыкновененъ; водородъ въ свободномъ состояніи обнаруженъ въ продуктахъ изверженія гейзеровъ; азотъ найденъ какъ въ свободномъ состояніи въ водѣ многихъ ключей, такъ и въ видѣ соединенія—амміака, котораго особенно много въ водахъ городскихъ колодцевъ. Сѣра найдена то свободною, то въ соединеніи съ органическими веществами, то въ видѣ сѣроводорода или сѣрнистыхъ соединеній, то, наконецъ, въ видѣ сѣрной кислоты; эта послѣдняя иногда встречается свободною, но чаще въ соединеніяхъ съ основаніями. Свободная сѣрная кислота долгое время въ видѣ одногидратной была извѣстна въ ключахъ Кордильеровъ, изъ которыхъ некоторые доставляли ея около 47000 килограммовъ въ годъ; но позднѣе сдѣлалось извѣстнымъ, что и многія другія вулканическія области доставляютъ свободную сѣрную кислоту (Мексика, Ява и др.). Селенъ также обнаруженъ въ водѣ некоторыхъ ключей. Хлоръ найденъ какъ въ видѣ свободной хлористоводородной кислоты, такъ и разнообразныхъ хлористыхъ соединеній; хлористо-водородная кислота обнаружена въ ключахъ Кордильеровъ (въ одномъ изъ ключей ежегодно доставляется до 15 миллионовъ килограммовъ). Бромъ извѣстенъ въ видѣ соединеній съ натріемъ и магніемъ; іодъ въ соединеніи съ натріемъ (въ водѣ Адельгейда въ Баваріи до 0,02 грм. на литръ воды). Фторъ найденъ въ ключахъ Карлсбада, Пломбіера и др. Фосфоръ въ видѣ фосфорокислыхъ соединеній натра, извести, глинозема и двойныхъ соединеній съ амміакомъ и магнезіемъ встречается въ небольшомъ количествѣ (артезианская вода Лондона на литръ содержитъ 0,77 грм. фосфорокислыхъ соединеній извести и желѣза). Мышьякъ въ соединеніи съ желѣзомъ обнаруженъ въ водѣ источника Перріеръ (0,0068 грм. на литръ), Шуси (0,0064 грм.). Боръ извѣстенъ въ видѣ борной кислоты и борнокислого натра въ водѣ теплыхъ ключей Тосканы (воды Альбуль у Тиволи, близъ Рима, доставляютъ ежегодно около 14000 килограммовъ борной кислоты). Кремній встрѣченъ въ видѣ кремневой кислоты во многихъ теплыхъ и холодныхъ ключахъ (въ гейзерѣ Тетаратата Новой Зеландіи на литръ—0,60 грм.

щемневой кислоты, въ большомъ гейзерѣ Исландіи — 0,51 грм.); онъ также часто встречается въ видѣ соединенія кремневой кислоты съ основаніями или въ видѣ силикатовъ. Углеродъ обнаруженъ въ видѣ угольной кислоты и углеводородовъ: углекислота то является свободною, то полусвязаною, то связаною съ основаніями; если весьма распространены въ водѣ источниковъ. Сравнительно рѣже воды ключей содержать жидкие углеводороды. Калій извѣстія въ видѣ хлористыхъ, сѣрнокислыхъ и углекислыхъ соединеній. Натрій весьма обыкновенъ въ водѣ многихъ ключей въ соединеніи съ хлоромъ, сѣрою, сѣрною, угольною и борною кислотою. Литій найденъ въ малыхъ количествахъ въ водѣ Карлсбада и др. Рубидій и цезій обнаружены въ водѣ нѣкоторыхъ ключей (Крейцахъ, Вишни, Бурбонъ, Карлсбадъ и др.). Талій найденъ въ парахъ вулкановъ. Барій встрѣченъ во многихъ ключахъ въ видѣ кислыхъ углесолей и хлористыхъ соединеній; то же нужно сказать и о стронціи. Кальцій весьма распространенъ въ видѣ хлористыхъ, сѣрнокислыхъ, сѣрнистыхъ и углекислыхъ соединеній, а также въ видѣ кремнекислыхъ солей. Магній встрѣченъ въ видѣ углесолей, сѣрносолей, хлористыхъ и сѣрнистыхъ соединеній во многихъ водахъ источниковъ. Алюминій встрѣчается какъ въ видѣ квасцовъ (воды ключей С. Нектеръ, Пущуоли и др.), такъ и въ видѣ силикатныхъ соединеній (Пломбіеръ). Желѣзо найдено въ видѣ закиси въ соединеніи съ углекислотою или сѣрною кислотою. Кобальтъ встрѣченъ въ желѣзистыхъ ключахъ (Ореза въ Корсикѣ и въ Гранъ-Гриль въ Виши). Никель обнаруженъ въ ключѣ Роннеби (Швеція). Хромъ найденъ въ водѣ Карлсбада. Ваннадій открытъ въ водѣ Боклети (Баварія) и въ Штакельбергѣ (Швейцарія). Цинкъ найденъ въ водѣ Зильберберга у Боденмайса и особенно въ водѣ нѣкоторыхъ рудниковъ въ видѣ угле- и кремневыхъ солей. Сурьма встрѣчена въ водѣ Киссингена. Олово обнаружено въ весьма малыхъ количествахъ въ источникахъ Мондорфа, Киссингена, Висбадена и др. Титанъ найденъ въ водѣ Швальбаха; церій и бериллій — въ водѣ рудниковъ Ріо-Тілто. Мѣдь найдена въ сельтерской водѣ Эмса, Тешлица и др., но въ очень малыхъ количествахъ (на литръ отъ 0,0000044 до 0,0000007 грм.). Свинецъ также въ очень малыхъ дозахъ найденъ (отъ 0,00000016 до 0,00000037 грм.) въ водѣ Виши, Эмса и др. Висмутъ въ видѣ слѣдовъ обнаруженъ въ водахъ Дрибурга, Либенштейна и др. Ртуть обнаружена во многихъ ключахъ Цирпееевъ. Серебро найдено въ ключахъ Роннебурга и Либенштейна. Золото обнаружено въ водѣ Люеша, Готля, Гисгюбеля и др. Молибденъ, уранъ, танталь, иттрій и цирконій найдены въ видѣ слѣдовъ въ водѣ нѣкоторыхъ ключей.

Большой растворимости минеральныхъ веществъ въ водѣ ключей способствуетъ болѣе высокая температура ихъ и особенно присутствіе въ водѣ кислотъ, напр., углекислоты, которая дѣйствуютъ на породы чисто химически. Вообще, между минеральными ключами различаются: холодные, и теплые ключи или термы. Среди холодныхъ различаются: нормальные ключи и гипотермы; у первыхъ температура соответствуетъ средней годовой температурѣ мѣста, у вторыхъ — она ниже. Среди теплыхъ источниковъ точно также отличаются мѣстные теплые источники или термы и абсолютные. У первыхъ температура немногого выше средней годовой данной мѣстности, у вторыхъ — не менѣе 30° Ц. Абсолютные термы встречаются въ странахъ вулканическихъ, или такихъ, въ которыхъ еще сохранились слѣды нѣкогда бывшей вулканической дѣятельности. Въ Италии, вблизи вулкановъ, часто вырываются изъ земли струи водяного пара, называемыя стаффами. Если какой-нибудь источникъ протекаетъ въ землѣ вблизи подобной струи, то воды его могутъ нагрѣваться этими парами въ различной степени, что, конечно, обусловливается какъ количествомъ и быстротою теченія обыкновенного источника, такъ количествомъ и температурою водяного пара,

имъ встрѣчаемаго. Вотъ почему понятно, что въ природѣ вода встрѣчается въ теплыхъ ключахъ съ крайне разнообразной температурой, иногда даже, какъ въ гейзерахъ Исландіи, въ перегрѣтомъ состояніи.

Для примѣра теплыхъ ключей укажемъ на Гаштейнъ, гдѣ температура отъ 36° до 46° Ц., Карлсбадскіе, имѣющіе 75° Ц., Баденъ-Баденскіе — отъ 44° до 68° Ц., Висбаденскій въ 70° Ц., Пломбѣрскіе ключи отъ 67° до 68° Ц. Малкинскіе горячіе ключи въ Восточной Сибири, на полуостровѣ Камчаткѣ, имѣютъ температуру отъ 70,6° до 87,5° Ц., Терскіе источники въ Закавказье около 49° Ц., Рахмановскіе источники Томской губерніи отъ 31,5° до 43° Ц., Араманъ-Булакъ въ Сыръ-Дарьинской области—37° Ц., Джалаабадъ-Аганскіе въ Туркестанѣ отъ 35° до 40° Ц. и т. д.

Классификація минеральныхъ ключей представляетъ весьма значительныя затрудненія, обусловленныя какъ, съ одной стороны, нѣкоторою долею произвола при выводѣ изъ анализовъ извѣстныхъ комбинацій элементовъ между собою, такъ, съ другой стороны, и тѣмъ, что во многихъ случаяхъ ключи, содержащіе различные соединенія, до своего появленія на поверхность земли смѣшиваются между собою.

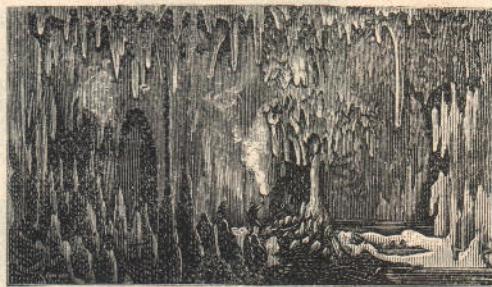
Въ настоящее время можно принять слѣдующую классификацію болѣе чистыхъ минеральныхъ водъ: 1) хлористая (натра, извести и магнезіи), 2) хлористо-водородная, 3) сѣро-водородная, 4) сѣрнокислая (натра, извести, магнезіи, глинозема, желѣза и смѣшанныя), 5) углекислая (натра, извести, желѣза и смѣшанныя) и 7) силикатная. Разсмотримъ нѣкоторыя изъ наиболѣе распространенныхъ и важныхъ минеральныхъ источниковъ.

Извѣстковые ключи или ключи жесткой воды — Углекислая извѣсть въ чистой водѣ почти нерастворима, но она легко растворяется въ водѣ, содержащей угольную кислоту, потому что при этомъ случаѣ образуется кислая углекислая извѣсть, которая хорошо растворяется въ водѣ. Какимъ же способомъ въ воду, проникающую въ горные породы, можетъ попасть угольная кислота? Дождевая вода, проходя, при своемъ выпаденіи на землю, чрезъ слои атмосферы, извлекаетъ изъ низшихъ слоевъ ея угольную кислоту, что доказано анализами воздуха до и послѣ выпаденія дождя. Затѣмъ дождевая вода, просачиваясь сквозь верхній растительный слой земли, содержащей гниющія вещества, которыхъ, какъ извѣстно, выдѣляютъ большое количество углекислого газа, естественно, и здѣсь будетъ сильно подкисляться угольною кислотою.

Такая подкисленная вода, выходя изъ растительного слоя и встрѣчая известнякъ, будетъ заимствовать изъ него извѣсть, переводя нерастворимую среднюю углекислую извѣсть въ легко растворимую кислую. Такъ какъ известковыхъ породъ много и находятся они почти всюду въ различныхъ геологическихъ образованіяхъ въ болѣе или менѣе мощныхъ отложеніяхъ, то и содержащихъ углекислую извѣсть ключей должно быть громадное количество. Дѣйствительно, во многихъ мѣстахъ можно найти такие ключи, извѣстные въ общежитіи подъ именемъ ключей съ жесткою водою. Въ сѣверной и средней Россіи, именно въ полосѣ

развитія каменноугольныхъ образованій, находится громадное количество жесткихъ известковыхъ холодныхъ ключей: подъ растительнымъ слоемъ залегаютъ наносы и известняки, а подъ ними пески и песчаники, по которымъ известковая вода и вытекаетъ наружу. Известковые ключи, въ значительной мѣрѣ содержащіе кислую углекислую известь, при выходѣ на дневную поверхность, выдѣляютъ углекислоту и отлагаются углекислую известь или въ видѣ туфа, или, въ полостяхъ и пустотахъ, въ видѣ сталактитовъ и сталагмитовъ, каковые, напр., извѣстны во многихъ пещерахъ. Эти послѣднія отложения происходятъ въ томъ случаѣ, когда вода минерального ключа просачивается по каплямъ въ пещеру въ верхней ея части. На мѣстѣ просачивания будетъ происходить выдѣленіе части угольной кислоты и образоваться осадокъ углекислой известы, постепенно нарastaющій (фиг. 14). Въ нижней части пещеры, на полу ея, изъ капель, падающихъ сверху, также образуется осадокъ, нарastaющій вверхъ. Верхній и нижній осадки, постепенно нарastaя, часто соединяются въ одно цѣлое, образуя подобіе колоннъ. Въ русской геологической литературѣ для такихъ образованій принято названіе капельниковъ, тогда какъ въ иностранной литературѣ наименованіе сталактита даютъ патечной массѣ, опускающейся сверху, а наименованіе сталагмита — массѣ, поднимающейся вверхъ. Отлагающейся на дневной поверхности осадокъ ключей извѣстенъ подъ именемъ известковаго туфа. Известковый туфъ представляетъ пористую массу; поры его неправильны и расположены въ беспорядкѣ. Въ Россіи находятся ломки туфа, напр., около Гатчины, близъ деревень: Пудость, Вахтелеово, Лапицы и др. Въ этой мѣстности находилось прежде озеро, въ которое впадали известковые ключи, отложившіе постепенно довольно мощный слой туфа. Этимъ туфомъ снабжается Петербургъ, гдѣ онъ идетъ на различныя украшенія. Можно еще указать на отложеніе туфа недалеко отъ Петергофа, у дер. Гостилицы, гдѣ сейчасъ-же подъ уступомъ, образованнымъ силурійскимъ известнякомъ, тянется вдоль берега Финского залива долина, занятая туфомъ, который выдѣлился изъ ручейковъ, вытекающихъ изъ-подъ уступа силурійского известняка. Слѣдовательно, и тамъ, гдѣ источники обнажаются и бѣгутъ въ видѣ ручейковъ — замѣчается постепенное отложеніе туфа, а потому и объединеніе воды углекислою известью.

Интересное отложеніе известковаго туфа описываетъ Потапинъ въ своемъ путешествіи въ Китай. Въ провинціи Сы-Чуанъ находится мѣстность, извѣстная подъ названіемъ Ксеръ-нцо, „Золотая озера“, представляющая долину, расположенную у подошвы спѣговыхъ горъ. Воды текущей по долинѣ рѣки до такой степени насыщены углекислою



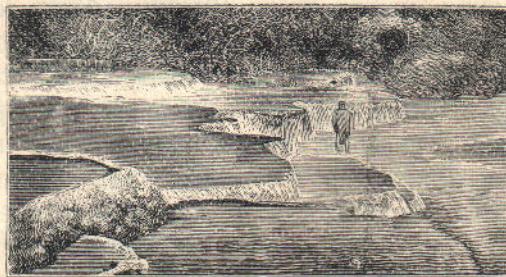
Фиг. 14. Сталактитовая пещера.

известью, что известковый туфъ отлагается на днѣ рѣки и образуетъ постель. Кромѣ воды, текущей по срединѣ долины, другая часть воды течеть по бокамъ долины, образуя здѣсь оригиналную картину, въ родѣ ряда шлюзовъ или озеръ (фиг. 15 и фиг. 16); каждое озеро отгорожено снизу тонкою отвѣсною стѣнкой или плотиной въ $1\frac{1}{2}$ метра высотою, подъ которой лежитъ другое такое же озеро. Вода верхняго озера пе-



Фиг. 15. Водопадъ Ксеръ-ицо, «Золотыя озера», въ Китаѣ (Потанинъ).

реливается черезъ стѣнку въ нижнее, изъ него еще ниже, и т. д. Изъ подобныхъ озеръ образуется цѣлая лѣстница, залитая водою. Нѣкоторыя озера имѣютъ до 25 метровъ въ поперечникѣ, другія величиной съ обыкновенную ванну. Снизу долины съ одного пункта можно насчитать иногда до 15 ступеней или каскадовъ. Въ этой мѣстности, очевидно, водамъ, богатымъ углекислою известью, пришлось при движениіи внизъ



Фиг. 16. Видъ части того-же водопада сбоку.

по долинѣ встрѣтить крутое ложе, по которому и образовался рядъ водопадовъ. Падающія воды, ударяясь о дно ложа, выдѣляли полу-связанную углекислоту, и углекислая известь отлагалась, образуя рядъ бассейновъ. Такое образованіе идетъ здѣсь и по настоящее время.

Гораздо энергичнѣе происходить отложеніе углеизвестковаго осадка изъ теплыхъ источниковъ въ странахъ вулканическихъ или бывшихъ

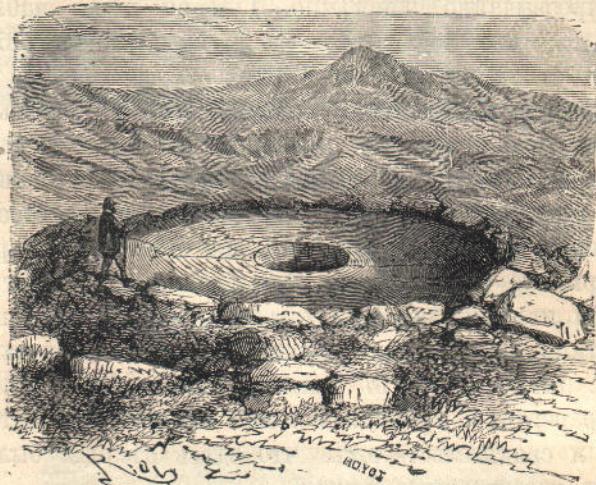
таковыми, что вполнѣ понятно, такъ какъ однимъ изъ довольно постоянныхъ продуктовъ изверженія вулкановъ является углекислота, которая можетъ встрѣтить гдѣ-нибудь на глубинахъ, а следовательно, подъ некоторымъ давленіемъ, воду обыкновенного ключа и растворяться въ ней въ весьма разнообразныхъ количествахъ. Такими теплыми источниками наиболѣе богата Италия, гдѣ замѣчательный примѣръ энергичнаго отложения углекислой извести представляютъ бани Санть-Филиппо въ Тосканѣ, построенные около теплого известковаго ключа. Въ теченіе четырехъ мѣсяцевъ ключъ этотъ способенъ отложить слой около одного фута толщиною. Съ холма, на которомъ построены бани Санть-Филиппо, спускается громадная масса известковаго осадка, которая тянется въ длину на милю съ четвертью, въ ширину имѣть около трети мили, а толщина ея достигаетъ 85 метровъ. Эта мощная толща показываетъ, какіе долгіе періоды продолжали дѣйствовать въ этой мѣстности минеральные источники. Въ Кампании, между Римомъ и Тиволи, находятся озеро Сольфатара, въ которомъ выдѣленіе угольной кислоты происходитъ чрезвычайно энергично. Гумфри Деви, наблюдавшій это явленіе, говоритъ, что вода этого озера кажется какъ-бы кипящею; понятно, что и отложеніе углекислого известковаго осадка тоже должно быть, соответственно выдѣленію угольной кислоты, чрезвычайно энергично. Дѣйствительно, случайно попавшія въ воды озера постороннія тѣла необыкновенно быстро покрываются корою изъ углекислой извести. Осадокъ изъ теплыхъ растворовъ нѣсколько отличается отъ туфа: онъ представляетъ слоистое строеніе, плотнѣе туфа, кристаллическое, пористъ, и поры его расположены параллельно другъ другу. Этотъ осадокъ называется итальянцами травертино; название это перешло и въ науку. Травертино хорошо полируется и употребляется какъ строительный матеріалъ; многіе дома въ Римѣ и даже соборъ Св. Петра выстроены изъ травертино, громадныя ломки котораго находятся въ окрестностяхъ Рима и свидѣтельствуютъ, что здѣсь нѣкогда былъ громадный запасъ теплыхъ известковыхъ ключей.

Известковые ключи, хотя наиболѣе часто встрѣчаются въ областяхъ, изобилующихъ известняками, вытекаютъ также изъ всевозможныхъ другихъ горныхъ породъ. Въ центральной Франціи, въ Оверни, ключи, обильно насыщенные углекислую известью, поднимаются чрезъ гранитъ и гнейсъ. Высокая ихъ температура указываетъ на нѣкогда дѣйствовавшіе здѣсь вулканы. Одинъ изъ этихъ ключей, выходящій у Клермонт-Феррана, своею наклонностью образовалъ высокій валъ изъ травертино въ 73 метра длины, около 5 метровъ высоты и 3,6 метра ширины.

Въ Карлсбадѣ, въ Сѣверной Богеміи, находится большой запасъ отложившейся углекислой извести (изъ Карлсбадскаго Шпруделя). Отъ значительного выдѣленія углекислоты, а равно и отъ сравнительно высокой температуры (75° Ц.), вода кажется даже кипящею. Постоянное ея движеніе обусловливаетъ отложеніе углекислой извести въ видѣ болѣе или менѣе крупныхъ округленныхъ зеренъ, иногда связанныхъ между собою известковымъ цементомъ; такому образованію даютъ название

горохового камня. Вода этого источника заключаетъ такъ много углекислой извести, что достаточно погрузить въ нее какое-нибудь твердое тѣло, какъ сейчасъ-же оно начинаетъ покрываться корою отлагающейся углекислой извести. Этимъ и пользуются мѣстные жители, погружая въ источникъ букеты живыхъ цвѣтовъ и другіе предметы.

Кремнеземные ключи характеризуются содержаніемъ въ растворѣ кремневой кислоты или кремнезема. Одна часть кремневой кислоты растворяется только въ 10,000 частяхъ холодной воды, но съ увеличеніемъ температуры растворимость кремнезема въ водѣ увеличивается, следовательно, наиболѣе богатыми кремнеземомъ будутъ горячіе ключи, хотя и изъ холодныхъ ключей также выдѣляется кремнеземъ, наприм., въ рудникахъ, опущенныхъ въ такія породы, какъ граниты и гнейсы; на деревянныхъ ихъ подпоркахъ отлагается осадокъ, состоящій изъ кремневой кислоты. Въ старыхъ рудникахъ Саксоніи на поверхности деревянныхъ стѣнокъ рудниковъ можно наблюдать осадокъ кремнезема.



Фиг. 17. Бассейнъ Большого Гейзера въ Исландії.

Наиболѣе богаты кремнеземомъ теплые источники въ странахъ вулканическихъ—чemu особенно разительнымъ примѣромъ служатъ гейзеры Гаукадаля въ Исландії. У подножія Барнафела находятся невысокие холмы весьма правильной конической формы. Главному холму дано название Большого Гейзера. Если подняться на такой холмъ, высота которого отъ 7 до 9 метровъ и въ діаметрѣ до 60 метровъ, на вершинѣ его находятъ воронкообразное отверстіе, отъ 1 до 2 метровъ глубиною и около 17 метровъ въ поперечнику (фиг. 17). Весь конусъ образованъ уплотненнымъ осадкомъ водной окиси кремнія, въ формѣ опала (гейзеритъ). Форхгаммеръ, Клапротъ и Керстенъ анализировали этотъ осадокъ, причемъ оказалось, что онъ состоитъ почти изъ чистаго кремнезема (отъ 98% — 84%). Нѣкоторое различіе въ анализахъ объясняется очень просто. Дѣло въ томъ, что этотъ кремнеземный осадокъ представляеть

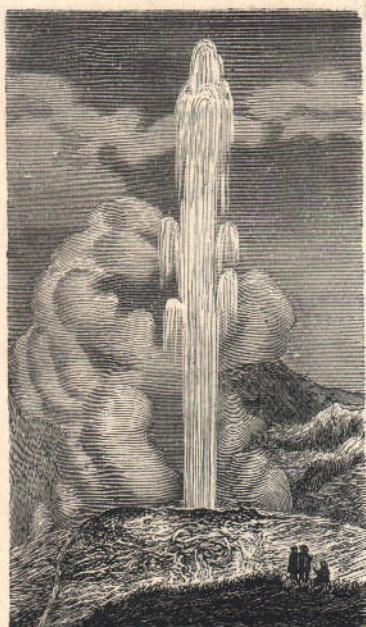
сплошное строение и разница въ количествѣ содержанія кремнезема въ скадкѣ, по различнымъ изслѣдованіямъ, произошла отъ того, что одни брали образцы для анализа изъ однихъ слоевъ, другіе — изъ другихъ.

Гейзеръ дѣйствуетъ періодически: вода постепенно наполняетъ чрезъ каналъ верхнюю воронку виродженіе 24 — 30 часовъ и, какъ только уровень воды дойдетъ до краевъ, моментально происходитъ взрывъ, затѣмъ опять періодъ затишья, опять взрывъ, и т. д. (фиг. 18). Долгое время причины такой періодической дѣятельности гейзеровъ оставались неизвѣстными и только изслѣдованія Бунзена и Деклюаза дали довольно удовлетворительное объясненіе. Свои изслѣдованія эти ученые начали съ опредѣленія температуры воды, какъ на поверхности — въ воронкѣ, такъ и въ глубинѣ канала. Прилагаемая таблица даетъ понятіе о результатахъ этихъ опредѣленій:

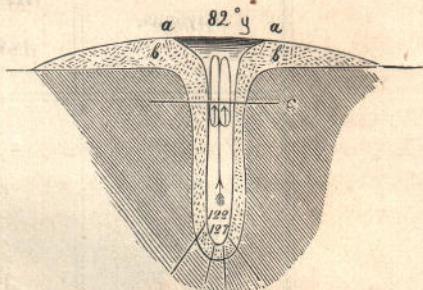
Глубина.	Наблюданная температура.	Температура съ надлежащими поправками.
3,3 м.	85°,5 Ц.	107° Ц.
8,1 м.	100°	116°
11 м.	...	120°,8
13 м.	121°,8	123°,8
18 м.	124°	130°
22,5 м.	126°	136°

Изъ таблицы можно усмотрѣть, что въ то время, когда на поверхности вода имѣеть температуру до 85° Ц., въ то же время въ каналѣ, на глубинѣ 22 метровъ, температура ея доходитъ до 126° Ц., слѣдовательно, далеко превышаетъ точку кипѣнія воды. Вода не кипитъ здѣсь потому, что находится подъ большимъ давлениемъ вышележащихъ слоевъ, но она всетаки постепенно повышаетъ температуру этихъ послѣднихъ (см. фиг. 19). Представимъ теперь, что вода поверхностного слоя достигла черезъ нагреваніе снизу температуры въ 100° Ц. Она тотчасъ же закипаетъ, а вслѣдствіе этого давленіе на нижележащіе слои воды уменьшается. Какъ скоро уменьшилось давленіе, нижніе слои воды, имѣющіе температуру гораздо выше точки кипѣнія, моментально превращаются въ паръ; этотъ столбъ пара выбрасывается вышележащіе слои воды и такимъ образомъ происходитъ взрывъ. Эта гипотеза объясняетъ и то явленіе, что можно искусственно ускорить взрывъ, бросая въ каналъ камни. Бросаніе камней вызываетъ перемѣшиваніе и дѣлаютъ передачу высокой температуры однихъ слоевъ другимъ болѣе легкою, чѣмъ и обусловливается скорѣйшій взрывъ. Откуда же берется та вы-

сокая температура, при помощи которой вода находится въ гейзерѣ въ перегрѣтомъ состояніи? Вся Исландія представляетъ очагъ почти непрерывной вулканической дѣятельности; запасъ высокой температуры, слѣдовательно, здѣсь очевиденъ. Съ другой стороны,—лавовые потоки способны сохранять долгое время значительно высокую температуру; поэтому, если источникъ встрѣчаешьъ на своемъ пути потокъ еще не-остывшей лавы, то понятно, что вода этого источника чрезвычайно сильно и быстро нагрѣвается. Такая чрезвычайно сильно нагрѣтая вода можетъ вырываться наружу чрезъ какое-либо отверстіе и способствовать образованію гейзера.



Фиг. 18. Извержение Большого Гейзера.



Фиг. 19. Объясненіе изверженія гейзера.
аа—верхнее отверстіе воронки, б—конусъ гейзера.

Много гейзеровъ находится также въ Новой Зеландіи близъ Таупо. Гохштеттеръ представилъ описание такихъ гейзеровъ, ихъ дѣятельности, а равно и отлагаемыхъ ими осадковъ. Въ общемъ въ нихъ не наблюдается никакого особаго отличія отъ гейзеровъ Исландіи; зато здѣсь (особенно у озера Ротомагана) иногда наблюдаются крайне интересные водопады, весьма напоминающіе уже описанный выше водопадъ „Золотыя озера“ Потанина. Воды горячаго кремнеземного источника Тетарата, стекая въ сосѣднее озеро по ряду террасъ, на всемъ пути отложили кремнистый осадокъ, представляющій рядъ какъ бы застывшихъ водопадовъ. Подобную же картину описываетъ Гайденъ на притокахъ р. Миссури въ С. Америкѣ, где подобного же рода ключи отлагають громадную массу кремнистаго туфа, мѣстами скопляющагося въ формѣ великолѣпныхъ террасъ или уступовъ.

На Азорскихъ островахъ также находятся кремнистые осадки,— результатъ дѣйствія кремнеземныхъ ключей. Только содержаніе кремнезема здѣсь менѣе, а именно 67%.

Желѣзные ключи. Желѣзными или желѣзистыми ключами называются такіе, которые содержать въ растворѣ соли закиси желѣза. Они встречаются обыкновенно среди породъ, богатыхъ закисью желѣза. Впрочемъ, присутствіе желѣза въ такой формѣ не есть необходимое условіе, какъ какъ и окись желѣза, при нѣкоторыхъ условіяхъ, способна возстановляться и переходить въ закись. Въ этомъ убѣждаютъ наблюденія Киндлера, который говоритъ, что возстановленіе окиси желѣза въ закись происходитъ въ природѣ подъ влияніемъ растеній. Киндлеръ произвѣдъ свои наблюденія надъ красноцвѣтными песчаниками, которые содержать, какъ извѣстно, окись желѣза, отъ чего зависитъ и цвѣтъ ихъ. Если наблюдать способъ проростанія корнями растеній такихъ песчаниковъ, то оказывается, что тѣ части песчаника, которые находятся вблизи корней, обезцвѣчиваются; это обезцвѣчиваніе и указываетъ на возстановленіе солей окиси желѣза, содержащихся въ песчаникѣ, въ соли закиси. Соли закиси желѣза растворимы въ большомъ количествѣ воды, особенно, если эта вода содержитъ въ растворѣ углекислоту. Отсюда понятна возможность образованія желѣзныхъ ключей при помощи атмосферной воды. Образованіе желѣзныхъ ключей возможно и чрезъ окисленіе сѣрнаго колчедана, хотя при этомъ образуется сѣрнокислая соль закиси желѣза, т.-е. источникъ съ нѣсколько другимъ характеромъ. Характернымъ признакомъ, по которому можно отличить желѣзные ключи, служить то обстоятельство, что содержащаяся въ нихъ закись желѣза, окисляясь, переходитъ въ окись, которая, будучи нерастворима въ водѣ, осаждается въ видѣ охрина осадка. Особенно часты такіе ключи среди плотныхъ кристаллическихъ горныхъ породъ, богатыхъ желѣзомъ. Таковы, напримѣръ, ключи въ западной части Олонецкой губерніи, где сильно развиты горныя породы, называемыя діоритами и діабазами, богатыя желѣзомъ въ видѣ магнитнаго желѣзника и сѣрнаго колчедана. Что касается количества желѣза, содержащагося въ желѣзныхъ ключахъ, то оно сильно варьируетъ: есть воды весьма богатыя желѣзомъ, но есть и такія, въ которыхъ, какъ напр., въ желѣзныхъ ключахъ, встречающихся въ окрестностяхъ Петербурга, содержаніе желѣза очень невелико. Содержаніе углекислой закиси желѣза въ растворѣ вообще неизначительно и колеблется въ предѣлахъ отъ 0,196 до 0,016 граммъ на литръ воды въ группѣ чистыхъ желѣзныхъ водъ, а въ группѣ желѣзно-щелочныхъ—еще меньше, напр., въ Желѣзноводскихъ на Кавказѣ всего 0,0097 грамма, и т. д.

Въ желѣзныхъ ключахъ можно, въ свою очередь, различать по постороннимъ примѣсямъ нѣсколько категорій: 1) чистые желѣзные источники, напр., Спа, Маріенбадъ и др.; 2) желѣзно-щелочные, напр., Франценбадъ, Желѣзноводскъ; 3) желѣзно-соленые, напр., Бортфельдскій, Столыпинскій и др.; 4) желѣзно-известковые—Елопатахъ, въ Трансильвании, Загверскіе въ Тифлисской губерніи, Липецкіе и др. Кромѣ того, отличаются еще пятую группу: воды, содержащія сѣрнокислую закись желѣза, напр., Маріальная воды близь Петрозаводска и др.

Давно было известно громадное отложение на днѣ сѣверныхъ озеръ Россіи и Скандинавіи, такъ называемой, озерной желѣзной руды, представляющей составъ водной окиси желѣза, но только въ сравнительно недавнее время этотъ фактъ подвергли изслѣдованію. Кромѣ водной окиси желѣза, руда эта содержитъ въ себѣ въ видѣ примѣсей кремневую и фосфорную кислоты. Практическое значеніе такого отложенія весьма важно, что понятно изъ того, съ одной стороны, что руда эта легкоплавка и добыча ея весьма легка, а скопленіе ея громадно; съ другой стороны, и самая мѣстность, богатая лѣсами, представляетъ всѣ условия для развитія чугунного производства. Къ этому нужно прибавить, что, по мѣрѣ истребленія, руда образуется заново. Что касается до наружного вида, то частицы руды то имѣютъ видъ ржавой монеты, и въ такомъ случаѣ руда называется денежной, то эллипсоидальную или полушарообразную форму. Оригинальная форма и способность образоваться заново подали поводъ къ изысканіямъ касательно происхожденія озерной руды. Въ тридцатыхъ годахъ Эренбергъ открылъ въ охряной пленкѣ, покрывавшей канавы берлинского зоологического сада, громадное количество микроскопическихъ организмовъ, которые онь отнесъ къ классу водорослей; между прочимъ, имъ была открыта водоросль *Galionella*, состоящая изъ ряда клѣтокъ, стѣнки которыхъ внутри выложены окисью желѣза. По большому содержанію окиси желѣза, она получила название *G. ferruginea*. Дѣятельности этого организма послѣдователи Эренберга приписали и образование болотныхъ и озерныхъ рудъ, и этотъ взглядъ на происхожденіе ихъ долго держался въ наукѣ. Однако, теперь оказалось, что процессъ образования ихъ гораздо проще и есть чисто механический. Въ этихъ рудахъ *Galionella ferruginea* совсѣмъ не встрѣчается, зато находять цвѣточную пыль хвойныхъ и всегда въ центрѣ каждой частицы руды находится кусочекъ какого-нибудь твердаго тѣла, напр., горной породы. Для объясненія происхожденія озерныхъ рудъ нужно замѣтить, что озера, въ которыхъ встречаются эти руды, или вовсе не имѣютъ течения, или имѣютъ очень слабое. Самый процессъ образования руды состоить въ томъ, что когда желѣзные источники впадаютъ въ озеро, закись желѣза, содержащаяся въ нихъ, мало-по-малу окисляется и осаждается въ видѣ руды. Присутствіе постороннихъ тѣлъ въ частицахъ руды объясняется также легко: если имѣется угольная кислота въ растворѣ, то выдѣленіе ея происходитъ особенно легко на поверхности какого-либо твердаго тѣла; слѣдовательно, вода, содержащая въ растворѣ угледжелѣзную соль, впадая въ озеро, будетъ выдѣлять угольную кислоту на поверхности встрѣчающагося твердаго тѣла и осаждать вокругъ него окись желѣза. Анализъ озерной руды также подтверждаетъ упомянутую гипотезу, такъ какъ онь показываетъ, что многія зерна такой руды, кроме окиси желѣза, содержать еще до 7% закиси желѣза. Этотъ фактъ указываетъ на то, что не все количество желѣза, бывшее въ водномъ растворѣ, окислилось, часть его осталась въ видѣ закиси, т.-е. въ той формѣ, въ которой оно находилось въ водномъ растворѣ и увлечено механически. Такимъ же путемъ изъ желѣзныхъ ключей идетъ скопленіе водной окиси желѣза въ болотахъ (болотная руда) и на лугахъ подъ дерномъ (дерновая руда).

Желѣзные ключи значительно распространены, какъ въ Россіи, такъ и въ Зап. Европѣ.

Сѣристые ключи содержать сѣроводородъ и наблюдаются почти исключительно въ мѣстностяхъ, гдѣ встрѣчается гипсъ, т.-е. водная сѣрнокислая извѣсть. Это обстоятельство показываетъ, что главнымъ виновникомъ образования этихъ ключей является гипсъ, что, въ свою очередь, заставляетъ допустить необходимость возстановляющихъ процессовъ при образованіи такихъ ключей. Возстановляющими дѣятельными являются углеводороды въ присутствіи воды, причемъ углеродъ отнимаетъ кислородъ отъ гипса и переводить сѣрносоль въ сѣрнистое соединеніе; сѣристый кальцій чрезвычайно легко разлагается

водою, при этомъ получается сѣроводородъ и известь. Иногда возстаніе идетъ такъ сильно, что выдѣляется прямо сѣра или въ видѣ мелкой пыли, или даже въ видѣ кристалловъ.

Что возстановляющіе процессы при образованіи сѣрнистыхъ ключей дѣйствительно могутъ обусловливаться присутствіемъ углеводородовъ, доказываютъ слѣдующіе факты. Въ лабораторіи Беккереля подъ столомъ стояла банка съ растворомъ желѣзного купороса и въ эту банку случайно попала мышь. По истеченіи нѣкотораго времени, когда извлекли трупъ мыши изъ банки, оказалось, что онъ былъ покрытъ тонкимъ слоемъ сѣрнаго колчедана. Слѣдовательно, при этомъ произошло возстановленіе желѣзного купороса въ сѣрный колчеданъ; очевидно, что это возстановленіе было обусловлено разложеніемъ трупа и выдѣленіемъ при этомъ углеводородовъ. Бишофъ возстановлялъ сѣрнокислый соединенія въ сѣрнистыхъ, причемъ возстановителями служили также углеводороды. Тотъ же Бишофъ находилъ на деревьяхъ, бывшихъ долгое время подпорками въ рудникахъ, кристаллики сѣрнаго колчедана. Очевидно, эти кристаллики нечто иное, какъ продуктъ возстановленія сѣрнокислыхъ солей, содержащихся въ водѣ рудника, углеводородами, которые развивались при гниеніи дерева. Наконецъ, надо прибавить, что сѣрнистые ключи часто встречаются въ сосѣдствѣ съ нефтяными источниками. Всѣ эти факты какъ нельзя яснѣ указываютъ на возможность образования сѣрнистыхъ ключей путемъ возстановленія гипса углеводородами и вполнѣ объясняютъ совмѣстное ихъ нахожденіе.

Такъ какъ областями распространенія гипса въ Европѣ Россіи служатъ геологическія образования, называемыя системами девонскою и пермскою, то и большинство сѣрнистыхъ ключей расположено въ вышеуказанной области. Такіе источники извѣстны въ Остзейскомъ краѣ, отчасти въ Литвѣ, въ Оренбургской губерніи и на Кавказѣ. Подробные анализы воды ключей показываютъ, что кроме сѣроводорода въ нихъ часто содержатся еще сѣрнистые натрій и кальцій, хотя и не въ большихъ количествахъ. Точно также не велико и содержаніе сѣроводорода, которое колеблется въ предѣлахъ отъ едва замѣтныхъ слѣдовъ до 45 куб. сантиметровъ на литръ воды.

Соляные ключи. — Къ веществамъ легко растворимымъ въ водѣ относится и каменная соль или хлористый натрій. Присутствіе соляныхъ ключей можетъ служить признакомъ присутствія въ данной местности или подземныхъ соляныхъ залежей, или пропитанныхъ солью коренныхъ горныхъ породъ, изъ которыхъ соль и выщелачивается водою ключа. Бурениемъ была обнаружена залежь каменной соли въ Страссфуртѣ и близъ Славянска. Что касается крѣпости разсола въ соляныхъ ключахъ, то она можетъ сильно варіировать, въ зависимости какъ отъ массы циркулирующей подъ землею воды, такъ и отъ количества соли въ залежи. Чѣмъ меньше количество циркулирующей воды подъ землею и чѣмъ больше соляная залежь, тѣмъ разсолъ долженъ быть крѣпче и наоборотъ. Такъ, напр., въ соляныхъ ключахъ Вологодской губ. по р. Леденгѣ содержаніе соли варіируетъ отъ $5\frac{1}{2}$ до $6\frac{1}{2}\%$, въ Сереговскихъ ключахъ отъ 6% до

7%, въ Дедюшинскихъ ключахъ, Пермской губ., отъ 13% до 27%, въ Усольскихъ отъ 10% до 28%, въ Зальцунгенѣ процентное содержание хлористаго натрія колеблется въ предѣлахъ отъ 28% до 30%, въ Рейхенгальѣ до 23%. Въ Россіи славятся залежами, а равно и источниками преимущественно тѣ мѣста, которые лежать въ области развитія девонскихъ, пермскихъ и триасовыхъ (Царство Польское) образованій. Изъ русскихъ ключей можно указать на соляные источники въ Старой Руссѣ; разсолоподъемныя трубы этой мѣстности настолько древни, что полагаютъ, будто бы ихъ первоначальное устройство принадлежитъ Новгородцамъ. Извѣстны также соляные ключи въ Харьковской, Вологодской и Пермской губерніяхъ, изъ которыхъ послѣдняя представляетъ наибольшее ихъ развитіе. Присутствіе соляныхъ ключей въ Россіи, по сосѣдству съ знаменитыми австрійскими соляными мѣсторожденіями Велички, подало поводъ къ проведенію буровыхъ скважинъ. Для нѣкоторыхъ, кромѣ того, къ этому подали поводъ еще провалы, замѣчаемые въ этихъ мѣстностяхъ и идущіе по линіямъ, параллельнымъ съ залежами въ Величкѣ. Провалы эти образовались вслѣдствіе выщелачиванья соли и обрушиванья вышележащихъ горныхъ породъ. Неудивительно, что здѣсь не нашли соли, потому что самое присутствіе проваловъ указываетъ на выщелачивание ея.

Въ нѣкоторыхъ соляныхъ ключахъ къ хлористому натрію примѣшиваются еще болѣе или менѣе значительное количество хлористаго кальція и магнія, что обусловливается до нѣкоторой степени уже новый минеральный характеръ. Для примѣра можемъ указать на Дружкеникіе минеральные источники, представляющіе въ этомъ отношеніи значительное отличие отъ другихъ водъ. Здѣсь на 100 частей твердаго остатка найдено: натрія 17%, кальція 15% и магнія 7%.

Какъ упомяннуто выше, для полученія болѣе крѣпкихъ минеральныхъ источниковъ довольно часто прибегаютъ къ буренію, имѣя цѣлью перехватить на болѣе значительныхъ глубинахъ соляной растворъ и тѣмъ предохранить его отъ смѣшиванія съ прѣсными водами, проникающими въ глубь и разбавляющими минеральная воды. Понятно, что примѣнять буреніе возможно только въ томъ случаѣ, если имѣются благопріятныя геологическія условія. Кромѣ того, буреніе съ цѣлью увеличить крѣпость раствора должно производить съ осторожностью, имѣя въ виду еще и другія требованія. Натуральный, восходящій минеральный источникъ, приближаясь къ дневной поверхности, можетъ встрѣтить на своемъ пути самыя разнообразныя горныя породы, что въ свою очередь можетъ обусловить разнообразныя химическія реакціи между растворами и составными частями горныхъ породъ, а это вызоветъ и разнообразіе въ составѣ минерального ключа, разнообразіе часто важное въ медицинскомъ отношеніи, гдѣ имѣютъ значеніе даже минимальныя количества, тогда какъ устройство буровой скважины можетъ лишить источникъ обмѣнного разложенія и придастъ ему не тотъ характеръ, который онъ имѣлъ раньше.

Источники, содержащіе углекислоту. — Въ вулканическихъ странахъ выдѣленіе углекислоты изъ трещинъ горныхъ породъ, а равно

и встрѣча ея источниками, представляетъ явленіе весьма обыкновенное. Вода источника, встрѣчая на своемъ пути трещину, проводящую отъ вулкана углекислоту, подъ высокимъ парціальнымъ давленіемъ, поглощаетъ много этой послѣдней и, выходя на поверхность, при уменьшенномъ давленіи, очевидно, будеть освобождать ее. Въ большинствѣ случаевъ углекислота составляетъ продуктъ дѣятельности вулкана; выдѣленіе ея стоитъ въ прямой связи съ состояніемъ этого послѣдняго, а потому и наибольшее количество углекислоты въ источникахъ часто совпадаетъ съ наиболѣшимъ напряженіемъ его дѣятельности. Такъ, въ 1861 г., когда Везувій прорвалъ себѣ новый выходъ около берега Неаполитанского залива, близъ городка Торре-дель-Греко, въ колодцахъ послѣдняго появилась вода, сильно насыщенная углекислотой. Спустя нѣкоторое время, когда дѣятельность вулкана стала ослабѣвать, значительно уменьшилось и содержаніе углекислоты, а съ окончаніемъ вулканическаго изверженія почти не стало и углекислоты въ колодцахъ.

Въ Флегрейскихъ поляхъ, лежащихъ по берегу Неаполитанского залива, однѣ трещины выдѣляютъ амміакъ, другія угольную кислоту, третьи водяные пары и сѣрнистую кислоту. Вода источника, встрѣчая такія выдѣленія, въ извѣстной степени растворяетъ ихъ газы, отчего въ одной и той же мѣстности не рѣдкость наблюдать, что вода одного источника содержитъ въ растворѣ угольную кислоту, другого — другія вещества и т. д., не смотря на то, что часто оба они вытекаютъ изъ подъ одной и той же горы.

Количество угольной кислоты, растворенной въ водѣ источниковъ, бываетъ иногда весьма значительно. Такъ, напримѣръ, въ Маріенбадѣ это количество доходитъ до 1514 куб. сантиметровъ на литръ воды. Знаменитый Нарзанъ Кисловодска содержитъ 1062 куб. сантиметра на литръ воды и т. д.

Выдѣленіе угольной кислоты на дневную поверхность происходитъ и непосредственно, помимо источниковъ. Такъ, близъ озера Д'Аньяно, недалеко отъ Неаполя, извѣстна, такъ называемая, Собачья пещера¹⁾, гдѣ углекислота, постоянно выдѣляясь, наполняетъ всю нижнюю часть пещеры слоемъ въ два фута. Наконецъ, во многихъ вулканическихъ странахъ, гдѣ настоящая вулканическая дѣятельность уже затихла, по трещинамъ происходитъ значительное выдѣленіе углекислоты; такъ, напр., въ центральной Франціи, въ Оверни, можно наблюдать осадки обширного прѣноводного бассейна, котораго берега были образованы гранитами со множествомъ трещинъ; углекислота, выходя изъ трещинъ на поверхность, дѣйствуетъ на гранитъ весьма разрушительно, отнимая отъ полевого шпата щелочи, и тѣмъ разрыхляетъ и разрушаетъ эту породу. Это явленіе нѣкогда Доломье считалъ особою болѣзнью гранита (*la maladie du granite*).

Нефтяные источники — Нефть состоитъ изъ жидкихъ углеводородовъ, большую частію предѣльныхъ съ удѣльнымъ вѣсомъ, меньшимъ

¹⁾ Собачьей она называется потому, что для опытовъ сюда вносятъ собаку, которая тотчасъ-же или падаетъ въ обморокъ, или умираетъ.

воды, а потому послѣдняя, встрѣчая нефть, будетъ выносить ее въ видѣ маслянистыхъ пятенъ на дневную поверхность, образуя нефтяные источники. Таковые въ большомъ числѣ существуютъ, напр., въ окрестностяхъ Баку. На островѣ Челекенѣ, въ Каспійскомъ морѣ, насчитываютъ до 3500 нефтяныхъ ключей. Они давно известны въ Америкѣ, у подножія Аллеганія. Нахожденіе этихъ источниковъ отчасти какъ материала, а главное, какъ указателя на богатство нефти въ данной мѣстности, несомнѣнно имѣеть весьма практическое значеніе. Въ такихъ мѣстахъ обыкновенно производятъ буреніе, устраиваютъ для выхода нефти искусственные скважины; при этомъ иногда наталкиваются и на большие резервуары — прежнія вмѣстилища нефти, наполненные газообразными углеводородами, которые съ шумомъ вырываются на поверхность. При достижениіи буромъ нефтеносныхъ пластовъ, нефть часто вырывается вмѣстѣ съ водою на поверхность земли въ видѣ фонтана. Изученіе этого явленія привело Шёгрена къ заключенію, что причина появленія фонтана заключается не только въ уменьшениіи буровою скважиной давленія на газы, скрытые въ отдѣльныхъ полостяхъ или пустотахъ нефтеносныхъ слоевъ, но еще и въ способности нефти растворять подъ давленіемъ газообразные углеводороды, а при уменьшениіи давленія — выдѣлять ихъ.

Нефтяные ключи известны также въ Пармѣ и Моденѣ, въ Италии, а весьма сильные по р. Иравадди, въ Бирманской имперіи. Кроме того, надо допустить, что въ нѣкоторыхъ мѣстахъ такие ключи, какъ и другие минеральные источники, обнажаются и на днѣ морей и океановъ. Такъ, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Каспійского моря наблюдается всыпаніе отдѣльныхъ пятенъ нефти непосредственно на поверхность воды.

Характерно для нефтяныхъ источниковъ то, что въ расположениіи ихъ замѣчается нѣкоторая законопѣсть. При буреніи въ Аллеганской долинѣ, производившемся въ началѣ безъ всякаго порядка, оказалось, что нефть залегаетъ опредѣленной полосой параллельно цѣпи Аллеганскихъ горъ. То же замѣчено и у насъ, на Кавказѣ, гдѣ нефтяные источники располагаются параллельно цѣпи Кавказскихъ горъ. Такая правильность въ ихъ расположениіи подала поводъ американскимъ геологамъ высказать предположеніе, что нефть течетъ подъ землей въ видѣ широкой рѣки; но предположеніе это слѣдуетъ признать недоказаннымъ, тѣмъ болѣе, что есть факты, которые свидѣтельствуютъ противъ него.

Въ недавнее время Потылицынъ произвелъ анализы воды, сопровождающей нефть, изъ нѣкоторыхъ русскихъ нефтяныхъ ключей. Химическій анализъ обнаружилъ довольно значительную степень минерализаціи этихъ водъ; такъ общее количество твердаго остатка въ 1000 грм. воды колеблется въ предѣлахъ отъ 19,5 до 40,9 грм., причемъ главною минеральною частью является хлористый натрій. Особенный интересъ изслѣдованія этихъ водъ заключается въ нахожденіи въ нихъ бромистаго и юдистаго натрія.

Кромѣ вышеописанныхъ источниковъ, есть и другіе, но, по меньшей типичности и важности въ жизнедѣятельности природы, они не

имѣютъ уже такого интереса, тѣмъ болѣе, что и причины ихъ существованія въ большинствѣ тѣ же самыя, что и описанныхъ выше.

Изученіе источниковъ представляетъ двѣ крайне важныя стороны: 1) оно указываетъ на тотъ механизмъ, при помощи котораго совершаются питаніе ихъ атмосферною водою, а равно и на самый способъ ихъ происхожденія; 2) изученіе минеральныхъ веществъ, находимыхъ въ источникахъ, указываетъ на тѣ изъ нихъ, которыя могутъ быть перенесены водою и отложены въ другихъ мѣстахъ. Съ другой стороны, то же изученіе минеральныхъ веществъ, растворимыхъ въ водѣ источниковъ, даетъ возможность объяснить правильно тѣ реакціи, которыя могутъ происходить въ горныхъ породахъ въ силу этого движенія воды; при этомъ однако всегда надо имѣть въ виду и то механическое вліяніе, которое можетъ имѣть циркулирующая въ горной породѣ вода, потому что, обладая известною скоростью теченія, она можетъ увлекать и въ механически-взвѣшенному состояніи частицы горныхъ породъ.

Измѣняемость концентраціи и состава минеральныхъ ключей.—Большинство ученыхъ смотритъ на минеральные ключи, какъ на нечто постоянное и не представляющее никакихъ колебаній, хотя, съ другой стороны, признается до известной степени и измѣненіе концентраціи минерального ключа съ теченіемъ времени, т.-е. съ годами. Но надо замѣтить, что есть примѣры, гдѣ съ годами измѣнялась не только концентрація, но и составъ, и это измѣненіе вполнѣ доступно наблюдению. Весьма типичный примѣръ такихъ измѣненій представляютъ Друскеникскія минеральные воды (Гродненской губерніи). Прилагаемая таблица, составленная по годамъ, наглядно убѣждаетъ въ существованіи такихъ измѣненій:

Составная части.	1835 г.	1867 г.	1871 г.	1881 г.
Хлоръ	62,66%	53,59%	51,89%	59,51%
Натрій	28,50	23,73	19,42	18,00
Кальцій	8,37	10,21	11,75	14,01
Магній	1,99	2,68	3,96	7,16
Сѣрный ангидридъ	0,54	0,27	0,48	0,98
Углекислота	0,88	2,91	—	1,14

Изъ этой таблицы легко усмотрѣть, что въ Друскеникскихъ источникахъ съ теченіемъ времени, т.-е. въ періодъ 46 лѣтъ, произошли крупные измѣненія, выразившіяся замѣщеніемъ натрія кальціемъ имагніемъ. Кромѣ того, въ этихъ минеральныхъ водахъ произошло измѣненіе и въ смыслѣ концентраціи. Такъ, въ 1835 г. на литръ воды найдено было всего 5,3 части твердаго остатка, тогда какъ въ 1881 г.

уже 9,9 частей этого послѣдняго на то же количество воды. Слѣдовательно, концентрація здѣсь за 46 лѣтъ значительно усилилась.

Уже теоретически можно прійти къ заключенію, что взглѣдъ на неизмѣняемость состава и концентраціи минерального источника совершенно несправедливъ. Несправедливъ онъ потому, что изъ вышеуказанныхъ способовъ происхожденія ключей вообще легко усмотрѣть, что всѣ они находятся въ прямой зависимости отъ количества атмосферныхъ осадковъ, а такъ какъ это количество измѣняется въ различныя времена года, то понятно, что это измѣненіе должно отражаться и на концентраціи минерального ключа. Кромѣ того, и непосредственная наблюденія надъ ежедневнымъ колебаніемъ состава нѣкоторыхъ водъ вполнѣ подтверждаютъ высказанное предположеніе. Хотя уже давно было показано измѣненіе состава одного и того же минерального ключа въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ, но только въ Россіи было впервые обращено вниманіе на ежедневная измѣненія состава. Такія измѣненія наблюдались какъ надъ Друскеникскими минеральными водами, такъ и надъ водою артезіанского колодца въ Петербургѣ, а въ послѣднее время и надъ Цѣхоцинскими и нѣкоторыми Кавказскими минеральными водами. Въ первой изъ упомянутыхъ мѣстностей производились наблюденія въ теченіе нѣсколькихъ лѣтнихъ сезоновъ и показали, что одиць и тотъ же минеральный ключъ можетъ измѣняться въ своемъ удѣльномъ вѣсѣ отъ 1,0104 до 1,0070 при 4° Ц. Кромѣ того, и содержаніе галоидовъ, образующихъ одну изъ главныхъ составныхъ частей ключа, колеблется въ предѣлахъ отъ 4,28 до 6,07 граммъ на литръ воды. Точно также и колебаніе въ томъ же ключѣ извести (въ предѣлахъ отъ 1,1362 до 1,5691 граммовъ на литръ воды) способно убѣдить, что составъ ключей не постояненъ и что онъ можетъ измѣняться. Сопоставляя вышеуказанные наблюденія съ количествомъ выпавшаго атмосферного осадка и измѣненіемъ температуры той же мѣстности, можно было легко убѣдиться, что измѣненіе состава находится въ прямой зависимости отъ вышеуказанныхъ факторовъ, хотя, конечно, могутъ вліять и нѣкоторыя другія, еще не уловленныя причины.

Другой примѣръ подобнаго же рода наблюденій представляетъ артезіанскій колодезь С.-Петербургра. Здѣсь, какъ видѣли выше, вода поднимается почти съ глубины 200 метровъ, а слѣдовательно, можно было думать, что и составъ ея болѣе постояненъ, чѣмъ въ естественныхъ ключахъ. Ежедневные наблюденія въ теченіе цѣлаго года надъ главною составной частью (хлоромъ), а равно и надъ удѣльнымъ вѣсомъ, обнаруживали и здѣсь уклоненія, для хлора колеблющіяся въ предѣлахъ отъ 21,6% до 24,75%, для удѣльного вѣса отъ 1,0022 до 1,0050. Слѣдовательно и на такія глубоко лежащія воды атмосферные осадки обнаруживаютъ вліяніе. Наконецъ, третій примѣръ можно привести изъ ежедневныхъ наблюденій надъ Цѣхоцинскими минеральными водами, которая значительно крѣпче предыдущихъ. Здѣсь на литръ воды содержаніе хлористаго натрія колебалось отъ 29 до 52 граммъ, несмотря на то, что артезіанскій колодезь опущенъ на глубину до 427 метровъ.

Выварка соли изъ соляныхъ ключей точно также можетъ представить подобного рода доказательства, въ виду того, что ежедневно получается не одно и то же количество соли. Всѣ эти данные указываютъ, что минеральный ключъ не есть чѣмто постоянное, а что для подробнаго изученія его жизни необходимы постоянныи и продолжительныи наблюденія, а одиночнай химическай анализъ даетъ еще крайне мало для уразумѣнія истиннаго характера минеральнаго ключа и его жизни. Только послѣ подробнаго и тщательнаго изученія измѣненій концентраціи и состава минеральнаго ключа является возможность цѣлесообразно пользоваться имъ для извѣстныхъ цѣлей.

ПРЯМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДѢЯТЕЛЬНОСТИ ИСТОЧНИКОВЪ.

Наглядно дѣятельность источниковъ обнаруживается на поверхности земли особаго рода явленіями: оползнями, обвалами, образованіемъ пещеръ и провалами.

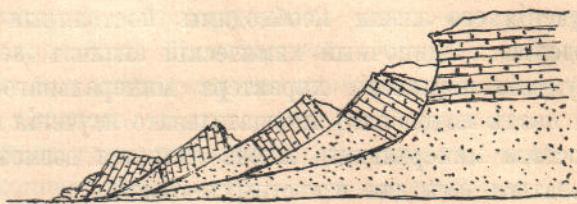
Оползни могутъ происходить въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ на глинистый слой налагаетъ слой какихъ-нибудь другихъ горныхъ породъ. Если на поверхности глинистыхъ слоевъ по склонамъ ихъ стекаютъ въ долину источники, глина настолько размягчается, что вышележащіе пласти (если только паденіе ихъ направлено въ долину) теряютъ опору и сползаютъ внизъ. Геймъ различаетъ среди оползней двѣ категоріи: оползни скаль и осипей (первую изъ этихъ категорій удобнѣе было бы назвать оползнемъ коренной породы).

Нѣсколько лѣтъ тому назадъ произошелъ значительный оползень на правомъ берегу Дона близъ Цымлянской станицы, причемъ сильно были повреждены находящіеся тамъ виноградники. Въ 1837 г. часть горы Періеръ (близъ Исазара) вмѣстѣ съ находившемся на ней деревнею сползла внизъ и увлекла за собой жилища и деревья. Сползаніе совершилось довольно спокойно, но на другой день обрушилась базальтовая скала въ 30 метровъ высоты, которая паденіемъ своимъ произвела большое опустошеніе.

Оползни можно наблюдать также по берегамъ многихъ русскихъ рѣкъ, гдѣ въ берегахъ обнажаются глинистые породы: при этомъ обыкновенно сползастъ растительный слой, увлекая иногда цѣлую деревню. Для примѣра можно указать на берега р. Невы. Въ другихъ мѣстахъ такіе оползни причиняютъ значительные расходы при желѣзодорожныхъ сооруженіяхъ. Такъ, на желѣзной дорогѣ между Ростовомъ и Таганрогомъ, значительные участки желѣзодорожнаго полотна сползаютъ въ силу подмыванія ихъ ключами, выбѣгающими изъ-подъ сѣйней болѣе высокой террасы и размягчающими вышележащую глину.

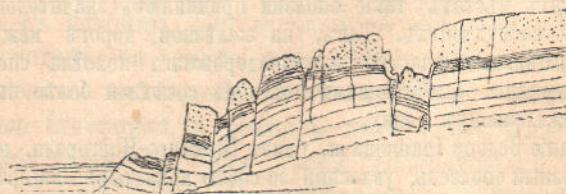
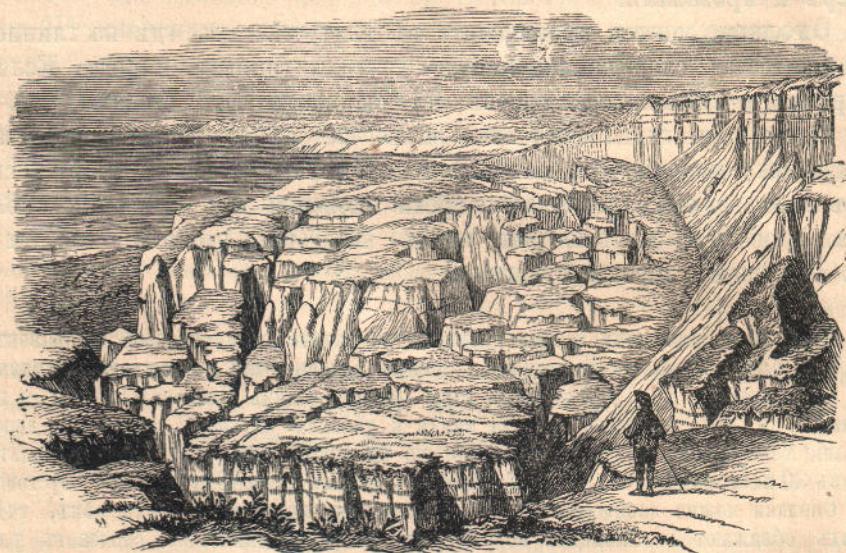
Въ царствованіе Федора Ioannovica, близъ Нижняго-Новгорода, на берегу р. Волги, произошелъ грандиозный оползень, увлекшій за собою монастырь Благовѣщенія. Такія же явленія можно наблюдать и въ другихъ мѣстахъ побережья вышеупомянутой рѣки, какъ, напр., близъ г. Вольска. Въ 1865 г. оползень произвель значительная опустошенія въ берегахъ Волги у Симбирска; то же наблюдалось въ 1884 г. у г. Саратова, гдѣ оползень увлекъ часть Соколовой горы. Феофилактовъ указываетъ многочисленные оползни, происходящіе на берегу Даѣпра у Киева. Они извѣстны также по сѣверному побережью Чернаго моря и особенно у г. Одессы, гдѣ сползаніе толще известняка иногда обусловливаетъ постановку слоевъ его подъ крутымъ угломъ относительно горизонта (фиг. 20).

Обвалы.—Обвалы обусловливаются дѣятельностью источниковъ въ гористыхъ странахъ и по берегамъ водныхъ бассейновъ и въ сущности обязаны своимъ происхождѣніемъ тому же явлѣнію, какъ и оползни, но



Фиг. 20. Схема оползней у г. Одессы.

требуютъ несолько иныхъ условій. Въ тѣхъ мѣстахъ, где склоны горъ круты и обрывисты и где изъ этихъ обрывовъ обнажаются ключи, имъ можетъ быть обусловлено подмываніе нижележащихъ слоевъ, а въ силу



Фиг. 21. Оползень береговыхъ утесовъ, близъ Ллантвіт-Реджиса, на южномъ берегу Англіи, произошедший 25 декабря 1839 года.

этого верхніе слои, не находя опоры, будутъ обваливаться. Среди обваловъ Геймъ различаетъ четыре категоріи (обвалы: осипей, скаль, смѣшанные и особенные; подъ третьей категоріей онъ понимаетъ одновре-

женное паденіе и осыпей, и скаль, а подъ послѣдней — подмываніе берега рѣкою или береговою волною). Во всякомъ случаѣ, обвалившіяся массы обозначаютъ своимъ паденіемъ извѣстный путь обвала и занимаютъ извѣстную плошадь.

Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ обвалы представляютъ явленіе почти постоянное. Примѣромъ такихъ обваловъ могутъ служить берега Па-де-Кале, которые состоятъ изъ глинистыхъ толщъ, лежащихъ на слояхъ песка и глины. Источники, обнажаясь изъ слоевъ песка у самого моря, мало-по-малу размываютъ песчаные слои, и вышележащія глинистые толщи, не находя точки опоры, обваливаются въ море.

Южный берегъ Крыма представляетъ также хороший примѣръ обваловъ. Здѣсь между деревнями Ласпи и Форосъ обрушившися и скатившаяся до самого моря скалы дѣлаютъ мѣстность трудно проходимою. По описанію Палласа, известковая скала, возвышавшаяся надъ деревнею Кучукъ-Кой, была подмыта водой и обрушилась къ морю, увлекши за собою сады и дома. Въ 1806 г. въ Швейцарскихъ Альпахъ, послѣ сильныхъ дождей, продолжавшихся нѣсколько дней, масса земли въ 305 метровъ ширины, 30 метровъ толщины и около километра длины, отдѣлилась отъ горы Россбергъ и съ страшнымъ шумомъ упала въ долину. Четыре деревни со всѣми лугами были засыпаны, и озеро Ловерцъ до того взболновалось, что вышло изъ береговъ и угрожало разрушениемъ прибрежнымъ селеніямъ. Водой вымытъ былъ песокъ, залегающій между глиной и вышележащую горную породой, отчего послѣдняя, не имѣя опоры, обвалилась. Не менѣе значительный обвалъ произошелъ въ одной изъ долинъ Швейцаріи въ 1881 г.; на склонѣ горы Чингель масса горной породы до 10000000 куб. метровъ скатилась въ долину по склону въ 70°; паденіе совершилось съ такою быстротою и силой, что обломки взлетѣли на противоположный склонъ.

Пещеры. — При разсмотрѣніи происхожденія минеральныхъ источниковъ было показано растворяющее дѣйствіе воды, циркулирующей чрезъ горные породы; кромѣ того, извѣстно, что текущія внутри земли воды обладаютъ извѣстною механическою силою, а потому понятно, что прямымъ результатомъ этихъ явленій должно наблюдаваться внутри горныхъ породъ образованіе полостей или пустотъ, называемыхъ пещерами. Точно также понятно, что наибольшее ихъ распространеніе должно совпадать съ областями развитія такихъ горныхъ породъ, которыя наиболѣче растворяются въ водѣ. Области развитія каменной соли, гипсовъ и известняковъ представляютъ наибольшее распространеніе пещерь, достигающихъ крайне разнообразныхъ размѣровъ. Такъ, въ гипсовыхъ залежахъ наблюдаются обширныя пещеры, часто соединенные между собою отдельными ходами. Въ Саксоніи пещера Вимальбургъ сообщается съ пещерою Кресфельдскою, удаленною отъ первой болѣе, чѣмъ на десять километровъ. Въ Нижегородской губерніи въ гипсовыхъ залежахъ есть нѣсколько пещеръ, изъ которыхъ пещера Барнуковская можетъ служить весьма поучительнымъ примѣромъ по своимъ размѣрамъ. Въ известковыхъ отложеніяхъ также встрѣчаются многочисленныя пещеры; такъ, въ Зап. Европѣ, напр., въ Германіи извѣстны пещеры: Адельсбергская, простирающаяся болѣе, чѣмъ на восемь километровъ, Бауманская, Гайденрейтерская и др.; многочисленны пещеры на Карстѣ въ Далмациѣ; во Франціи извѣстны пещеры близъ Монпелье, а въ Англіи — знаменитая Киркдалльская пещера. Въ Россіи также есть во многихъ мѣстахъ пещеры

въ той же горной породѣ, напр., близъ Ямбурга, по р. Лугѣ, близъ Каменецъ-Подольска, близъ Сызрани на р. Волгѣ; известны пещеры въ Крыму: Кизилкоба и „тысячеглавая“ пещера Чатырдага, въ Алтайскихъ горахъ по рр. Чарышу и Инѣ, на Кавказѣ, въ верховьяхъ р. Куры и наконецъ на Уралѣ.

Пещеры то сохраняются свободными и иногда вмѣщаются въ себѣ водные потоки, то являются или отчасти, или сплошь выполненными новыми отложеніями, въ ряду которыхъ принимаютъ участіе то только сталактитовыя и сталагмитовыя образованія, то отложенія чисто механическія, то, наконецъ, смѣсь и тѣхъ, и другихъ.

Провалы. — Разростаніе пещеры можетъ идти только до известнаго предѣла; такъ какъ стѣны пещеръ все болѣе и болѣе растворяются, а отчасти и размываются водою, то черезъ нѣкоторое время своды пещеры не будутъ въ состояніи выдержать тяжести породъ выше лежащихъ, а въ силу этого произойдетъ провалъ или земляная воронка. Такихъ проваловъ много, напр., въ Греціи (катавотры), въ Венгрии (долины), во Франціи (*embues*), на плоскоры Крымскихъ горъ и во многихъ горныхъ кряжахъ, въ которыхъ известнякъ играетъ значительную роль. На поверхности земли провалы обнаруживаются довольно правильнымъ воронкообразнымъ углубленіемъ, которое иногда въ центрѣ содержитъ каналъ, ведущій въ нижележащую полость, — это, конечно, въ томъ случаѣ, когда надъ пещерою было недостаточно матеріала для сплошного ея засыпанія. Весьма часто такія воронкообразныя углубленія заняты водою, въ нихъ образуются озера. Наибольшій изъ такихъ проваловъ въ Карстѣ имѣеть до 700 метровъ въ диаметрѣ.

Въ областяхъ нефтяныхъ ключей, въ особенности если они являются въ формѣ фонтана, провалы представляютъ явленіе довольно обыкновенное и обусловливаются выносомъ водою песковъ, взамѣнъ которыхъ образуются полости, а чрезъ разростаніе ихъ — провалы. Изъ нѣкоторыхъ нефтяныхъ фонтановъ въ годъ выносится до 31,000 куб. метровъ песку.

Мѣстность, окружающая знаменитыя копи Велички, покрыта воронкообразными провалами. Такіе же точно провалы наблюдаются и въ пограничныхъ мѣстностяхъ Европ. Россіи. Изученіе ихъ дало возможность опредѣлить известную правильность въ залеганіи неправильныхъ массъ такихъ горныхъ породъ, какъ каменная соль и гипсъ. Именно, оказалось, что эти скопленія часто залегаютъ на протяженіи параллельныхъ линій, чаще же всего лежать на одной прямой. Такая правильность наблюдается въ Пермской губерніи, где провалы, происшедшіе, повидимому, вслѣдствіе размыванія гипса, тянутся по прямымъ, перпендикулярнымъ Уральскому хребту. Въ Туркестанѣ также известны весьма правильные провалы въ области распространенія гипса.

Образованіе проваловъ, напр., въ породахъ силурійской системы, происходитъ еще иначе. Подстилающая известняки синяя глина отъ дѣйствія воды размягчается, разбухаетъ и, увеличиваясь въ объемѣ, приподнимаетъ выше лежащія породы; въ такомъ видѣ она легко можетъ быть

вымыта изъ своего мѣста, а съ уменьшениемъ массы, очевидно, легко можетъ образоваться въ вышележащихъ породахъ провалъ. Форма проваловъ въ этихъ образованіяхъ крайне своеобразна: иногда можно наблюдать форму конусообразныхъ холмовъ, съ происшедшими отъ провала правильными воронкообразными углубленіями на вершинѣ. Лучшій въ этомъ отношеніи примѣръ представляетъ провалъ на островѣ Эзель, углубленіе которого настолько правильно и велико, что Вангенгеймъ-фонъ-Квалентъ описалъ его, какъ кратеръ старого вулкана.

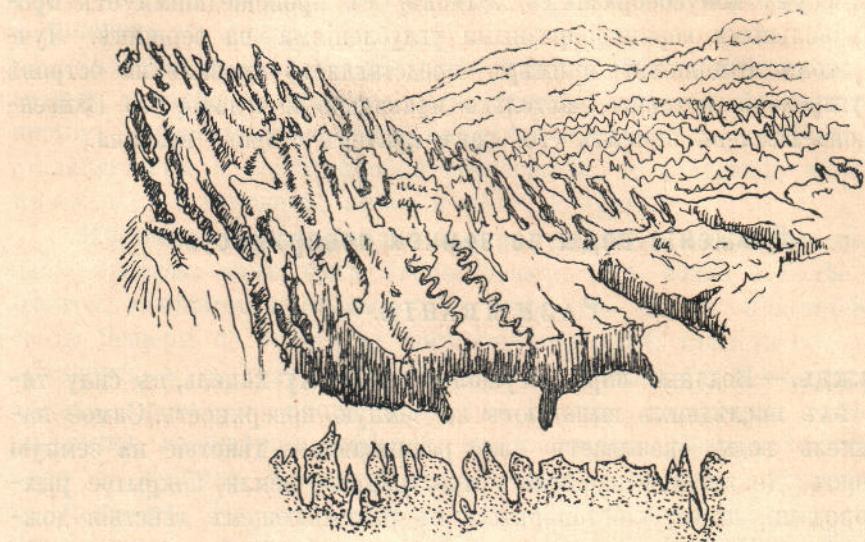
Движеніе воды по земной поверхности.

Размываніе.

Дождь.—Водяные пары, сгущаясь въ форму капель, въ силу тяжести этихъ послѣднихъ выпадаютъ на земную поверхность. Самое паденіе капель воды оказываетъ уже размывающее дѣйствіе на земную поверхность. Достаточно наблюдать пространство земли, покрытое рыхлыми породами, чтобы удостовѣриться въ размывающемъ дѣйствіи дождевыхъ капель. На сырыхъ побережьяхъ водныхъ бассейновъ выпадающія капли дождя оставляютъ вполнѣ ясные слѣды, по которымъ иногда можно даже съ достаточнотою отчетливостью дѣлать заключенія, былъ ли дождь прямой или косой,—судя по характеру оставленныхъ имъ углубленій. Даже изъ древнихъ геологическихъ образованій (фиг. 24) имѣются примѣры ясно сохраненныхъ отпечатковъ дождя, указывающіе и на самый характеръ отложенія такихъ осадковъ въ побережьяхъ водныхъ бассейновъ.

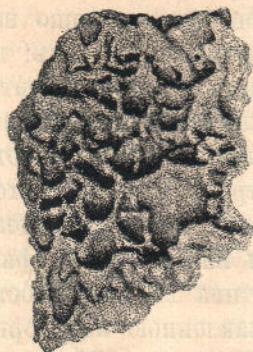
Непосредственное растворяющее вліяніе выпадающаго дождя, а параллельно съ этимъ и размываніе горной породы, особенно хорошо наблюдается на породахъ, относительно легко растворимыхъ въ водѣ: на известнякахъ и гипсахъ. Геймъ описываетъ въ Альпахъ области развитія известковыхъ породъ, которыхъ поверхности покрыты рядомъ углубленій и возвышенній, причемъ послѣднія узки и остры, иногда же напоминаютъ остріе ножа. Углубленія достигаютъ отъ 1 до 10 метровъ и то являются глубокими рытвинами, то въ формѣ дыръ. Въ Альпахъ такой разѣдѣнной поверхности скаль даютъ наименование карры или шратты (фиг. 22), и Геймъ различаетъ въ нихъ два главныхъ типа въ зависимости отъ того—является ли поверхность скаль сильно наклонною или горизонтальна. Въ первомъ случаѣ наблюдается господство многочисленныхъ длинныхъ, параллельныхъ склону рытвинъ, въ послѣднемъ—вполнѣ неправильно расположенная глубокія дырки и короткія борозды. Подобное же разѣданіе дождевою водою горной породы можно наблюдать и въ крымскихъ горахъ, въ особенности тамъ, где развиты толщи мѣла (фиг. 23). Конечно, въ меньшей степени это разѣданіе должно отразиться на горахъ, образованныхъ твердыми, трудно-растворимыми горными породами, хотя и здѣсь нужно признать это одновременное растворяющее

и размывающее вліяніе дождевой воды. Надо вообще замѣтить, что ожидать встрѣчи наиболѣе сильного раззѣданія поверхности скаль возможно

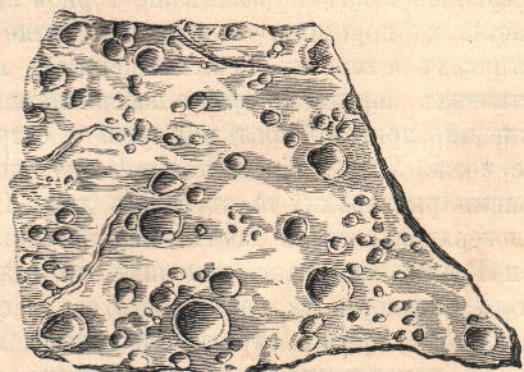


Фиг. 22. Карры или шратты изъ области развитія известняковъ въ Альпахъ (Геймъ).
Верхній рисунокъ — общий видъ ихъ; нижній — они же въ разрѣзѣ.

тамъ, гдѣ наблюдается значительное обиліе воды, вотъ почему шратты или карры Альпъ встрѣчаются въ наибольшемъ количествѣ и находятся въ различныхъ фазахъ образованія близъ снѣговой линіи.



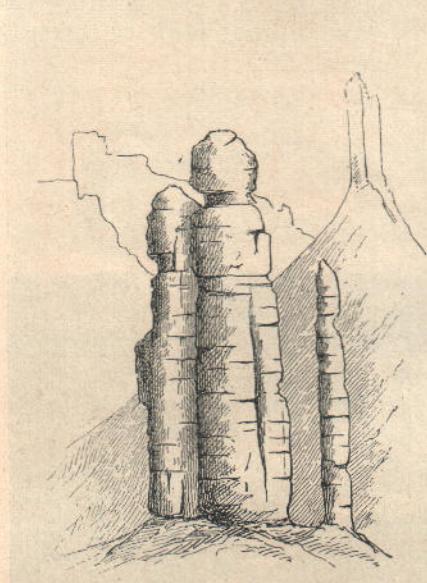
Фиг. 23. Раззѣденная дождями поверхность мѣла изъ Крыма.



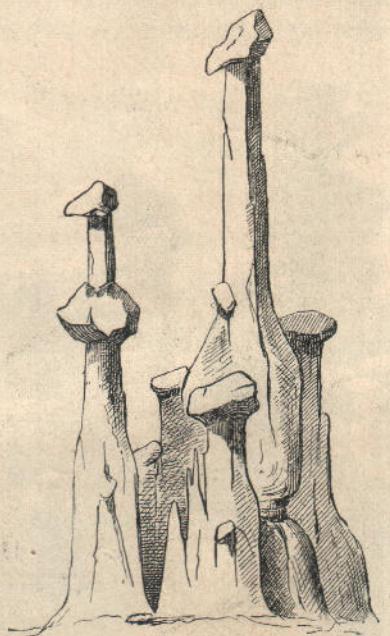
Фиг. 24. Отпечатки дождевыхъ капель каменноугольного периода.

На породы рыхлые, легко размываемыя, дождь, безспорно, долженъ обнаруживать значительное разрушающее вліяніе. Капли дождя

вымываютъ мелкій рыхлый матеріалъ, который спосится въ мѣста низменныя, а уцѣлѣвшія неразмытыя части могутъ представить крайне разнообразныя формы въ полной зависимости отъ характера горной породы. Крайне поучительно наблюдать размываніе земной поверхности каплями дожда въ томъ случаѣ, когда рыхлая горная порода представляютъ различіе въ величинѣ образующихъ ихъ обломковъ горныхъ породъ; точно также различно размываніе и въ томъ случаѣ, когда различна степень цементировки горной породы (фиг. 25). Здѣсь нельзя не имѣть въ виду, что значительное разнообразіе получающихся этимъ путемъ формъ сохранившихся остатковъ горныхъ породъ отчасти обязано своимъ происхожденіемъ и движенію атмосферы, которая мо-



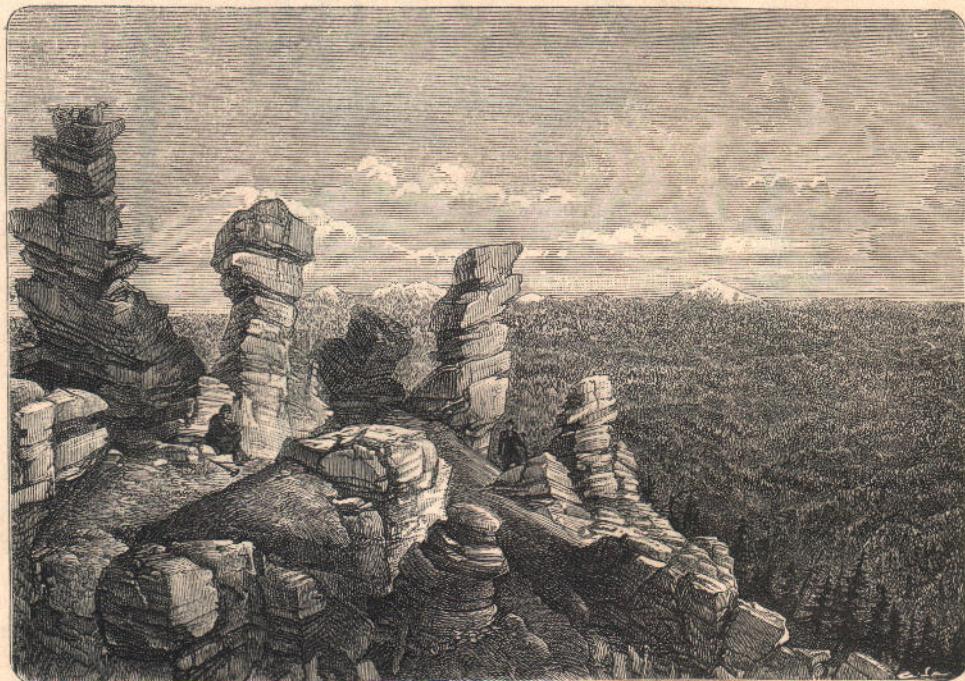
Фиг. 25. Столбы песчаника на Бѣлой рѣкѣ (Гайденъ).



Фиг. 26. Пирамиды и отдельно сидящіе валуны на Rio-Гранде (Гайденъ).

жеть выдувать изъ горныхъ породъ болѣе мелкія части, въ особенности если порода предварительно подготовлена къ этому процессомъ выѣтриванія, или представляетъ собою рыхлую массу, лишенную цементировки. Представимъ рыхлую мелкозернистую породу, въ которой заключены крупные обломки горныхъ породъ. Выпадающія на такую поверхность капли дожда вымываютъ мелкозернистый матеріалъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ онъ не прикрыть болѣе крупными обломками (фиг. 26), а потому, чрезъ извѣстный промежутокъ времени, защищенные такими обломками мѣста сохранять лежащей подъ ними матеріалъ отъ размыванія и въ концѣ концовъ могутъ явиться въ формѣ изолированныхъ другъ отъ друга пирамидъ, вѣнчающихъ на вершинѣ крупными обломками горныхъ породъ.

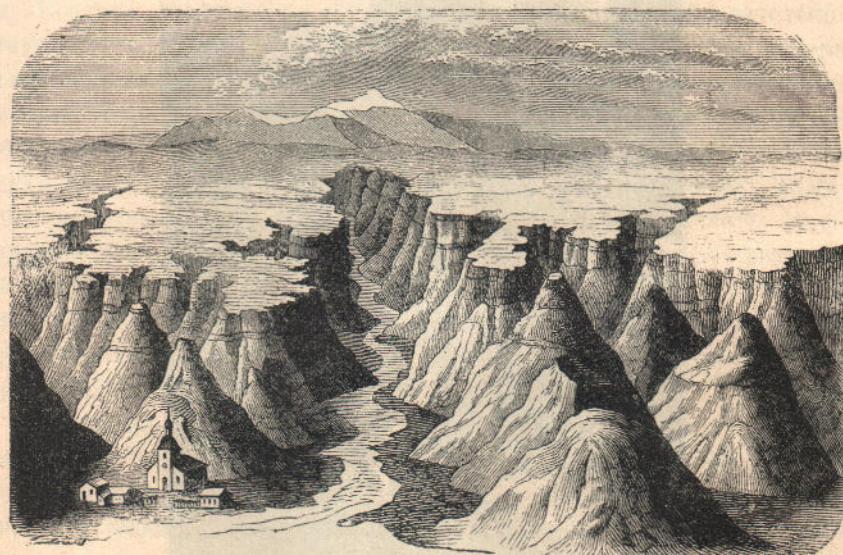
Размываніе идетъ сильнѣе тамъ, гдѣ отдѣльныя капли соединяются въ струи воды и гдѣ этимъ послѣднимъ является возможность стекать изъ мѣстъ возвышенныхъ въ мѣста низменныя. Уже было показано раньше, что не вся вода стекаетъ по поверхности земли, а что часть ея просачивается въ эту послѣднюю. Опытомъ дознано, что количество просачивающейся въ землю воды находится въ прямой зависимости какъ отъ характера почвы, такъ и отъ крутизны склона, по которому стекаетъ вода. Размывающее дѣйствіе текущей по поверхности воды можетъ быть изучаемо въ дѣятельности ручьевъ и рѣкъ, а также и въ движеніи воды болѣе крупныхъ водоемовъ.



Фиг. 27. Гора Качканаръ на Уралѣ.

Овраги, балки и каньоны. — Одну изъ первыхъ фазъ размыванія земной поверхности текущею водою представляетъ образованіе овраговъ. Въ этомъ отношеніи Россія даетъ богатый материалъ для изученія этого явленія. Еще въ сороковыхъ годахъ нынѣшняго столѣтія Мурчисонъ, во время своей поѣздки по Европѣ Россіи, обратилъ вниманіе на то, что нигдѣ овраговъ не образуется такъ много, нигдѣ они не образуются такъ быстро, какъ въ Россіи. Дѣйствительно, почти вся южная Россія вплоть до побережья Чернаго моря имѣеть всѣ благопріятныя условія для образования овраговъ. Она является слабо спускающеюся къ Черному морю и перерыта массою овраговъ, изъ которыхъ некоторые достигаютъ до 60 и болѣе метровъ глубины. Почва здѣсь большую частью состоитъ изъ чернозема, налегающаго на пласты песчанистой глины съ примѣсью углекислой извести, называемой въ Россіи бѣлоглазкой, а на Западѣ

лѣссеомъ. Эти образованія легко размываются. Весною, когда начинаютъ таять огромныя массы снѣга, маленькие ручейки превращаются въ бурные потоки; образующаяся вода стремится въ низменности и, встрѣчая образовавшіяся лѣтомъ въ черноземѣ трещины или иногда, на склонѣ, дорожную колею, направляется по нимъ и размываетъ рыхлую землю, образуя такимъ способомъ овраги. Въ черноземной полосѣ Россіи дороги приходится переносить ежегодно вслѣдствіе подобныхъ размываній и отодвиганія овраговъ вершиной въ глубь водороздѣла. На югѣ Россіи отъ оврага отличаются балки. Различіе между ними состоить въ томъ, что бока оврага—круты, даже отвесны, бока же балки—отлоги. Нужно допустить, что балка болѣе древняго образованія, чѣмъ оврагъ, и что она произошла изъ оврага путемъ размыванія его склоновъ. Эти размыванія ведутъ къ тому, что крутые бока оврага смываются, обваливаются, кру-



Фиг. 28. Овраги близъ Поруллены (въ Испаніи).

тизна и неровности сглаживаются, и такимъ образомъ происходитъ балка. Лайэлль указалъ на образованіе овраговъ въ Америкѣ, въ штатахъ Георгіи и Алабамы. Овраги и тамъ образуются, благодаря рыхлости почвы. Лайэлль замѣтилъ, между прочимъ, что промоина въ 16 метровъ глубиною образовалась въ теченіе 20 лѣтъ. Если эти цифры примѣнить къ оврагамъ Россіи, то нужно допустить, что эти послѣдніе требовали для своего образованія гораздо болѣшее число лѣтъ. Въ южной Россіи есть овраги (напр., въ Донецкой возвышенности) до 100 метровъ глубиной; промытъ здѣсь не только лѣссъ, но и коренные породы. Поразительный примѣръ размыванія и образованія овраговъ представляетъ одна изъ мѣстностей Испаніи близъ Поруллены, лежащей къ сѣверо-западу отъ Сиerra-Невады (фиг. 28). Относительно образования овраговъ вообще нужно замѣтить, что они разрастаются по направленію

къ верховьямъ и что главные, первичные овраги идутъ къ водораздѣльнымъ линіямъ; затѣмъ въ эти первичные впадаютъ мелкіе, вторичные овраги, въ эти еще болѣе мелкіе и т. д., такъ что всѣ они вмѣстѣ имѣютъ видъ рѣчной системы.

Поразительное по своей грандіозности размываніе земной поверхности представляютъ на западѣ С.-Америки, въ штатахъ Аризонѣ, Утахѣ и Колорадо, такъ называемы каньоны. Подъ этимъ именемъ понимаютъ глубочайшіе овраги, изъ которыхъ некоторые имѣютъ до 2,000 метровъ глубины, при 200 англ. миляхъ длины и отъ 5 — 12 англ. миль ширины. Каньонъ ограничивается отвесными (фиг. 29), часто



Фиг. 29. Большой каньонъ долины Тороуипа.

стъ уступами, стѣнами, которая отъ верховья все дальше и дальше отходять другъ отъ друга, постепенно образуя широкую долину, принимающую въ себя болѣе мелкіе каньоны. Почти всегда на днѣ каньона бѣжитъ бурный потокъ, иногда даже цѣлая рѣка, какъ, напр., р. Колорадо, ушедшая при помощи глубокаго каньона глубоко отъ дневной поверхности. Въ средней Азіи подобнымъ образованіямъ даются названіе боми или буамами; въ Ферганской области есть каньоны до 1,000 метровъ глубины.

Овраги, балки и каньоны, измѣняя поверхность земли, имѣютъ вліяніе и на климатъ. Въ послѣдніе годы большой интересъ возбудило замѣт-

шое уменьшение атмосферныхъ осадковъ въ Европѣ. Вѣкъ доказалъ это рядомъ изслѣдований уровней рѣкъ и предложилъ нѣсколько средствъ для борьбы съ этимъ явленіемъ. Его изслѣдованія вызвали цѣлую литературу, но во всѣхъ изслѣдованіяхъ было упущенено очень важное вліяніе образованія овраговъ и каньоновъ на климатическая условія. Если же припомнить значение канавъ, проводимыхъ для осушенія какой-либо мѣстности, то вліяніе овраговъ будетъ очевидно.

Представимъ плоскую страну определенной величины, съ небольшимъ скатомъ въ одну сторону и опредѣлимъ количество выпадающихъ на нее атмосферныхъ осадковъ. Представимъ далѣе, что при сохраненіи тѣхъ же самыхъ климатическихъ условій, поверхность этой страны разъѣдается оврагами. Это разъѣданіе увеличиваетъ ея поверхность, тогда какъ вся площадь будетъ получать атмосферныхъ осадковъ то же самое количество. Съ увеличеніемъ поверхности увеличится и испареніе воды. Все это должно сильно вліять на климатъ, а слѣдовательно и на растительность, и тамъ, где прежде могли произрастать лѣса, теперь при меньшемъ количествѣ влаги видна голая степь, а лѣса сосредоточились по окраинамъ овраговъ (Юж. Россія), какъ бы стянулись туда за водою. Кромѣ всего этого, вода, приготвляя овраги, не только увеличиваетъ поверхность испаренія, но вліяетъ еще и инымъ способомъ. Тамъ, где склонъ небольшой, вода застаивается и часть ея проникаетъ въ почву, которую и увлажняетъ. Не то въ оврагахъ: тамъ вода бѣжитъ быстро и не успѣваетъ проникнуть въ почву, а потому новые крутые склоны образующагося оврага должны стягивать воду со всей окрестности и способствовать болѣе быстрому ея стеканію, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда овраговъ здѣсь не было.

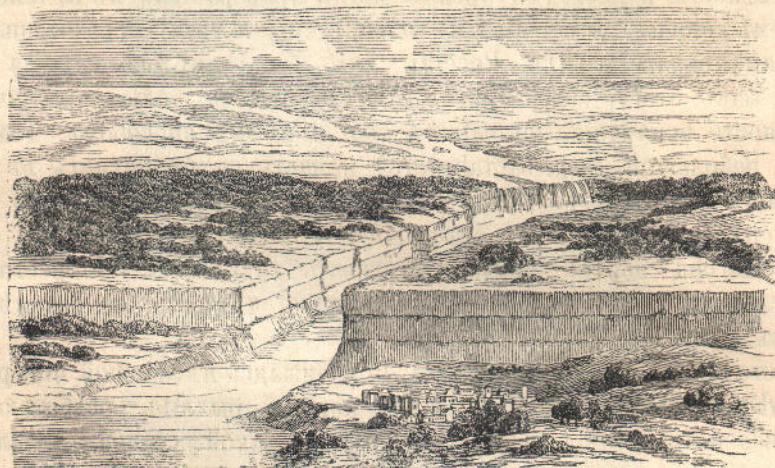
Источники, сплошь и рядомъ, приближаясь къ дневной поверхности и встрѣчая близъ этой послѣдней породы рыхлыхъ, разбиваются на многочисленныя мелкія струи, которая въ такой степени увлажняютъ почву, что здѣсь могутъ произрастать папоротники и другія любящія влагу растенія, тогда какъ въ ближайшихъ окрестностяхъ видна только степная растительность. Какъ извѣстно изъ практики, такія влажныя мѣста обыкновенно избираются для устройства колодцевъ. Наблюденія показали, что въ этихъ мѣстахъ можно добывать иногда нѣсколько десятковъ тысячъ ведеръ воды въ сутки, тогда какъ безъ колодца вся вода отчасти поглощалась растительностью, отчасти испарялась, отчасти, наконецъ, терялась въ почвѣ. Овраги, углубляясь въ почву, способствуютъ обнаженію на дневную поверхность водъ источниковъ, причемъ эти послѣдніе теряютъ воду отчасти въ силу болѣе легкаго стока по крутыму склону оврага, отчасти испареніемъ, тогда какъ до образованія оврага эта вода увлажняла почву.

Рѣки. — Если овраги даютъ первый примѣръ размывающаго дѣйствія воды, то можно привести многочисленные примѣры образованія глубокихъ промоинъ какъ въ рыхлыхъ, такъ и въ твердыхъ горныхъ породахъ дѣйствиемъ текущей воды рѣкъ. Примѣръ сильного разрушающаго дѣйствія рѣчной воды можно привести слѣдующій. У западнаго

подножья Этны протекаетъ р. Симето. Въ 1603 г., при извержениі Этны, рѣка эта была запруженна лавою; запруда вызвала сильнѣйшій разливъ въ верховыи, но мало-по-малу рѣка стала размывать лаву, и теперь, спустя около трехъ столѣтій, р. Симето проложила себѣ русло въ нѣсколько метровъ шириной и въ нѣкоторыхъ мѣстахъ до 15 метровъ глубиною. Лава, прорѣзанная русломъ, представляетъ плотную сплавленную массу твердой горной породы.

Такъ какъ размывающее дѣйствіе воды обусловлено извѣстною скоростю ея теченія по поверхности земли, то понятно, что чѣмъ больше скорость теченія, тѣмъ размывающее дѣйствіе выражается сильнѣе. Наибольшей скорости теченіе рѣки достигаетъ въ водопадахъ, гдѣ вода падаетъ съ отвесныхъ уступовъ.

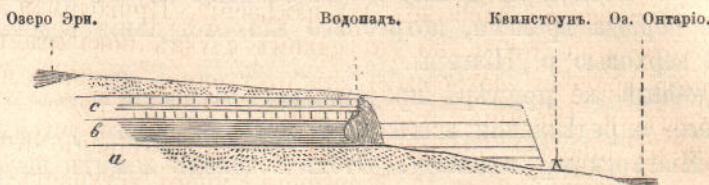
Классическій примѣръ въ этомъ отношеніи представляеть Ніагарскій водопадъ (фиг. 30). Онъ находится на р. Ніагарѣ, между озерами



Фиг. 30. Общий видъ Ніагарскаго водопада.

Эри и Онтаріо, изъ которыхъ первое лежитъ выше второго на 100 метровъ, разстояніе между озерами 32 англ. мили. Дно Ніагары до водопада имѣть небольшой склонъ и рѣка течеть довольно спокойно; но вслѣдствіи характеръ ея теченія измѣняется: она начинаеть прыгать по скалистому и неровному дну и, наконецъ, падаетъ съ высоты 50 метровъ двумя рукавами, образуя одинъ изъ громаднѣйшихъ въ мірѣ водопадовъ. Низвергшись съ обрыва, Ніагара стремится съ большою скоростю по наклонному дну узкаго ущелья на пространствѣ 7 миль. Глубина ущелья до 90 метровъ. Близъ города Квинстоуна скалы внезапно обрываются. Уже давно возникло предположеніе, что Ніагарскій водопадъ находился вначалѣ у того мѣста, гдѣ теперь стоитъ городъ Квинстоунъ, а, слѣдовательно, отодвинулся на 7 миль къ озеру Эри, причемъ и высота его значительно уменьшилась. Предположеніе это получило теперь характеръ несомнѣнной истины, на основаніи слѣдую-

щихъ данныхъ. Ложе рѣки выше водопада образовано плотными известняками (фиг. 31), ниже которыхъ развитъ довольно рыхлый рухлякъ и песчаникъ. Низвергаясь съ толщъ известника, вертикально падающія струи воды встрѣчаютъ мягкия породы, разбиваются и вымываютъ ихъ;



Фиг. 31. Разрѣзъ Ниагарскаго водопада.
а—песчаникъ, б—рухлякъ и с—известникъ.

известникъ, не находя себѣ опоры, мало-по-малу обрушивается. Еще въ недавнее время, именно въ 1818 и 1828 годахъ, Ниагарскій водопадъ произвелъ два страшныхъ обвала, которые поколебали окрестность на подобіе землетрясенія; но кромѣ этихъ особенно сильныхъ обваловъ, разрушеніе идетъ конечно и постоянно. На рисункѣ, приложенномъ къ описанію водопада, сдѣланному въ 1628 г., значатся три русла водопада, тогда какъ въ настоящее время ихъ только два. Наконецъ, геологическая данная несомнѣнно убѣждаетъ, что воды Ниагары текли нѣкогда въ мѣстности, которая была на 100 метровъ выше нынѣшняго русла. Въ поверхностномъ наносномъ слоѣ между Эри и Квинстоуномъ, въ наносѣ, тянущемся полосою параллельной берегу, встрѣчаются рѣчные раковины, принадлежащиа тѣмъ самымъ видамъ, которые и теперь еще живутъ въ водахъ р. Ниагары. Старались опредѣлить и скорость отступанія водопада къ верховью Ниагары. Бакуэль принимаетъ, что водопадъ ежегодно отступаетъ

почти на цѣлый аршинъ, но Лайэлль считаетъ болѣе вѣроятнымъ принимать за нормальную мѣру ежегодного отступанія одинъ футъ. Сообразно съ этимъ оказывается, что нужно было 35,000 лѣтъ для того, чтобы Ниагарскій водопадъ могъ отодвинуться отъ Квинстоуна до на-



Фиг. 32. Водопадъ на известковыхъ породахъ.

стоящаго своего положенія. Такой разсчетъ можетъ считаться развѣ только приблизительно вѣрнымъ. Дѣло въ томъ, что обвалы происходятъ не постоянно на одинаковое количество футовъ, слѣдовательно, здѣсь нѣтъ достаточно прочнаго масштаба для измѣренія. Приводимая Лайэллемъ цифра, хотя и не точна, по во вскомъ случаѣ показываетъ громадность периода времени, потребнаго для отступанія водопада на семь миль къ верховью р. Ніагары.

Подобный же примѣръ представляеть Нарвскій водопадъ. Конечно, высота его, опредѣляемая всего въ 7 метровъ, много уступаетъ знаменитому Ніагарскому водопаду. Этотъ водопадъ лежитъ на р. Наровѣ, въ разстояніи 12 километровъ отъ Финскаго залива, и также образуетъ два рукава, изъ которыхъ одинъ, восточный—болѣе широкій; берега и ложе рѣки образованы довольно твердыми известняками. По приближительному разсчету, сила Нарвскаго водопада опредѣляется въ 100,000 лошадиныхъ силъ. Ударяя въ ложе рѣки, вода образовала подъ водопадами ямы глубиною отъ одного до полуторыхъ метровъ. Въ настоящее время вода Нарвскаго водопада эксплуатируется построеными около него фабриками, но отступаніе его, хотя и медленное, несомнѣнно продолжается.

Разрушительное дѣйствіе водопадовъ на дно рѣкъ обусловливается какъ высотою паденія водопада, такъ и самымъ характеромъ горныхъ породъ, образующихъ ложе рѣки. Если въ ложѣ—породы рыхлые, легко размываются (Ніагара, Нарова), то дѣйствіе водопада обнаруживается скоро и легко. Но не однѣ только рыхлые и мягкая породы подвергаются разрушительному дѣйствію водопадовъ. Эти послѣдніе вліяютъ даже на такія плотныя и компактныя образованія, какъ граниты и гнейсы. Для изученія этого явленія весьма подходящимъ материаломъ представляются водопады съверо-западной части Россіи.

Недалеко оть Петербурга находится водопадъ Иматра, образуемый р. Вуоксою. Вуокса до своего впаденія въ Ладожское озеро протекаетъ рядъ озеръ. По выходѣ изъ озера Саймо, она начинаетъ падать по уступамъ на протяженіи 304 метровъ; высота паденія въ этомъ мѣстѣ достигаетъ 15 метровъ. Это и есть извѣстный водопадъ. Ложе рѣки образовано твердыми гнейсовыми породами, не уступающими по твердости граниту. Ширина Вуоксы въ настоящее время около 20 метровъ и русло ея ограничено отвесными берегами, состоящими тоже изъ гнейсовъ. Есть указанія, что ложе Вуоксы было прежде значительно шире. На лѣвомъ берегу рѣки скалы являются округленными, стяженными. Долина ограничена обрывомъ, состоящимъ изъ породъ рыхлыхъ



Фиг. 33. Котлы въ ложахъ водопадовъ.

— сѣрыхъ глинъ. У подножія скалъ находятся такъ называемые котлы, представляющіе (фиг. 33) совершенно правильныя или болѣе или менѣе расширяющіяся или съуживающіяся книзу цилиндрическія углубленія

въ днѣ рѣки. Правильность или неправильность формы обуславливается способомъ ихъ образованія. Вода, при вертикальномъ паденіи, встрѣчая на днѣ рѣки обломки скалъ, куски разрушенной горной породы, подвергаетъ ихъ вращательному движению; такимъ образомъ сверлится дно рѣки и, смотря по продолжительности сверленія, глубина котловъ бываетъ различна. Иные встречаются только въ зачаточномъ состояніи, другие же достигаютъ метра и болѣе глубины. Если въ сверленіи принимаетъ участіе одинъ камень, — углубленіе бываетъ правильное, цилиндрическое или коническое, а если нѣсколько, то книзу оно обыкновенно расширяется. Всѣ эти формы котловъ встречаются и въ древнемъ ложѣ Вуоксы. Нахожденіе обточенныхъ водою скалъ и присутствіе котловъ доказываетъ, что здѣсь нѣкогда протекала рѣка, и вмѣстѣ съ тѣмъ дѣлаетъ очевиднымъ могуществоющее дѣйствіе водопада на горныя породы. Благодаря его влиянию, Вуокса пробила себѣ дорогу въ гнейсовыхъ породахъ и вошла въ свое настоящее ложе.

Другой примѣръ дѣйствія водопадовъ можно видѣть на рѣкѣ Сѣверномъ Выгѣ, который беретъ начало въ Олонецкой губерніи, протекаетъ Архангельскую и впадаетъ въ Бѣлое море. Эта рѣка на пути своего теченія пробѣгає довольно большое Выгъ-озеро. Выходя изъ этого послѣдняго, она образуетъ три прекрасныхъ водопада. Кромѣ того водопады и пороги встречаются и во многихъ другихъ мѣстахъ рѣки. Какъ и на Вуоксѣ, здѣсь можно наблюдать влево отъ нынѣшняго ложа рѣки старое ложе, характеризующееся тѣми же признаками: та же округленность скалъ, такие же котлы наблюдаются и здѣсь. Дойдя до моря, С.-Выгъ низвергается въ него съ обрызгистыхъ крутыхъ скалъ тремя рукавами, изъ которыхъ во время засухи одинъ пересыхаетъ; на днѣ его можно замѣтить тѣ же характерные признаки разрушительного дѣйствія водопада.

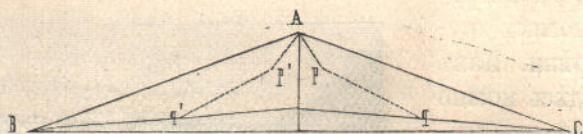
Въ Олонецкой же губерніи по теченію р. Суны есть нѣсколько водопадовъ, известныхъ подъ именемъ Гирвасъ, Порт-порога и Кивача. Образованіе всѣхъ этихъ водопадовъ обусловлено встрѣчей рѣкою Суну мощныхъ скалъ діорита, размывая которыхъ, водопады встречаютъ крайне значительное сопротивление. Въ малую воду и здѣсь можно наблюдать обточенность скалъ и котлы.



Фиг. 34. Водопадъ Кивачъ на рѣкѣ Сунѣ, въ Олонецкой губерніи.

Происхождение поперечныхъ долинъ въ горахъ. Происхождение овраговъ и дѣятельность водопадовъ интересны, между прочимъ, еще въ томъ отношеніи, что ими легко объяснить происхождение глубокихъ поперечныхъ долинъ, пересѣкающихъ такие твердые кряжи, каковы, напр., Альпы и другія горы.

Представимъ два склона крутой возвышенности (фиг. 35), по которымъ стекаетъ вода. Размывающее ея скажется прежде всего тамъ, где вода будетъ собираться болѣе значительными ручьями, т.-е. въ нижней части склона, такъ что на поперечномъ разрѣзѣ кряжа вмѣсто AB — прямой линіи склона, мы получимъ линію кривую. При дальнѣйшемъ размывающемъ дѣйствіи воды будетъ происходить то же, что и въ оврагахъ, и въ извѣстный моментъ склонъ взятой возвышенности выразится уже не линію AB , а совершенно другую $Ap'q'B$. Представимъ далѣе, что воды стекаютъ въ обѣ стороны; размывающее ихъ дѣйствіе обнаружится и тамъ, и здѣсь: въ результатѣ получается кряжъ $Bq'p'ApqC$ съ острою вершиною и меньшей высотой. Въ подобныхъ кряжахъ различаются обыкновенно три части: первая, наивысшая — часть водопадовъ Ap и Ap' , вторая — часть быстрого теченія pq и $p'q'$ и третья — спокойнаго теченія рѣки $q'C$ и $q'B$. Дальнѣйшее отступаніе области водопада можетъ идти въ томъ случаѣ, когда вершина кряжа не достигаетъ снѣговой линіи; въ этомъ случаѣ съ теченіемъ времени можетъ образоваться невысокий водораздѣль между долиной одного и долиной другого склона, который въ одно и то же время можетъ питать и рѣки двухъ противоположныхъ склоновъ. Пониженіемъ горныхъ кряжей, всецѣло зависящимъ отъ размывающаго дѣйствія стекающихъ водъ, можно объяснить происхождение поперечныхъ долинъ. Такихъ долинъ не мало въ Альпахъ. Тамъ находять мѣстности, питающія рѣки съвернаго и южнаго склоновъ. Хо-



Фиг. 35. Схема образованія поперечныхъ долинъ въ горахъ.

рошимъ примѣромъ въ данномъ случаѣ могутъ служить рр. Драва и Ріенца, имѣющія крайне ничтожный водораздѣль — Тоблахъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ такія явленія имѣютъ важное значение: является возможность соединенія двухъ рѣчныхъ бассейновъ, принадлежащихъ къ совершенно различнымъ зоологическимъ областямъ; является, вмѣстѣ съ тѣмъ, возможность смѣшанія водныхъ фаунъ въ верхнихъ частяхъ рѣкъ, между тѣмъ, какъ въ низовьяхъ тѣхъ же самыхъ рѣкъ фауны еще различны. Явленія, близко подходящія къ описаннымъ, не чужды и странамъ равниннымъ, какова, напр., Россія. Въ южной Россіи нерѣдко встрѣчаются овраги, вдающіеся въ водораздѣль. Если представить себѣ, что выше оврага лежитъ озеро, то оврагъ, постепенно увеличиваясь, можетъ съ теченіемъ времени подойти подъ него и спустить воду въ мѣста нижележащія. Факты, подобные этому, имѣютъ тотъ особенный интересъ, что указываютъ, какія иногда сложныя явленія могутъ быть вызваны крайне медленными и простыми процессами.

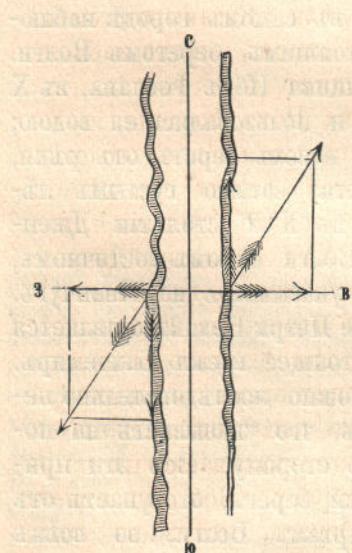
Законъ Бэра. — Давно уже было замѣчено, что въ рѣкахъ, текущихъ по меридиану, правый и лѣвый берега различны. Палласъ, путешествуя по Европ. и Азіат. Россіи, впервые обратилъ на это обстоятельство должное вниманіе; онъ написалъ, что у Волги, Оби, Енисея, Лены, въ тѣхъ мѣстахъ, где рѣки эти текутъ по меридиональному направлению, правый берегъ — крутой, нагорный, лѣвый — пологій, луговой. Онъ объяснялъ это тѣмъ, что рѣка размываетъ правые берега, но отвѣ-

тиль на вопросъ, почему именно идетъ подмываніе праваго берега, а не лѣваго, онъ не могъ. За разыясненіе этого вопроса взялся Бэръ. Онъ прослѣдилъ теченіе Волги и наблюденіями своими подтвердилъ показанія Палласа. Фактовъ, говорящихъ въ пользу подмыванія праваго берега и отступанія рѣки отъ лѣваго берега, много. Такъ, къ югу отъ Нижняго Новгорода, лежащаго, какъ извѣстно, на правомъ берегу Волги, находится монастырь на самомъ берегу рѣки. Этотъ берегъ былъ до того подмытъ, что его бросили обитатели, и дѣйствительно постройки обрушились въ воду. На мѣстѣ болѣе безопасному выстроили новый, по и этому угрожаетъ та же участъ. Далѣе, городъ Черный Яръ въ 1625 году былъ перенесенъ дальше отъ берега въ болѣе безопаснное мѣсто, но со временемъ постройки обрушилась часть вала и цѣлый рядъ домовъ, обращенныхъ къ рѣкѣ. Въ настоящее время онъ находится на самомъ берегу рѣки и нѣкоторые дома уже обрушились въ воду. Лебяжинская станица, находящаяся также на правомъ берегу Волги, не мало потерпѣла отъ постояннаго размыванія берега: дома переносились или же обваливались.

Относительно лѣваго берега существуютъ факты, доказывающіе съ несомнѣнною очевидностью отступаніе отъ него рѣки. Казань отстоитъ на три версты отъ Волги, между тѣмъ, какъ въ самомъ городѣ наблюдался старый берегъ, бывшій прежде настоящимъ берегомъ Волги. Древніе Болгары, по показаніямъ путешественника Ибнъ Фослана, въ X столѣтіи находились на самомъ берегу Волги и пользовались ея водою; въ настоящее время Болгары отодвинуты на восемь верстъ отъ рѣки, а все пространство, отдѣляющее ихъ отъ берега, занято густымъ лѣсомъ. Не менѣе интересенъ тотъ фактъ, что въ XVI столѣтіи Дженнингсонъ говорить какъ о судоходномъ рукавѣ Волги, самомъ восточномъ, а именно о Болдѣ. Олеарій, въ XVII столѣтіи, указываетъ на Иванчугъ, какъ судоходный въ его времія. Въ царствованіе Петра Великаго является судоходнымъ уже Ярковское устье, а въ настоящее время Бахтемиръ. Переходя отъ рукава Болды къ Бахтемиру, можно послѣдовательно перейти отъ восточныхъ рукавовъ къ западнымъ, что указываетъ на постепенное уклоненіе и здѣсь Волги въ правую сторону. Всѣ эти примеры показываютъ, что рѣка, подмывая правый берегъ, отступаетъ отъ лѣваго. На подробныхъ географическихъ картахъ Волги, во всѣхъ мѣстахъ, где теченіе ея совпадаетъ съ меридіаномъ, правый берегъ отстаетъ несравненно сильнѣе лѣваго, что означаетъ, что правый берегъ нагорный, крутой, лѣвый же, напротивъ, пологій, низменный. Про Ураль, Донъ, Днѣпръ и Днѣстръ должно сказать то же самое: у всѣхъ поименованныхъ рѣкъ правый берегъ (западный) нагорный, лѣвый (восточный) — луговой. Аналогичное этому подмываніе праваго берега замѣчается и въ тѣхъ рѣкахъ, которые текутъ по обратному направлению — отъ экватора къ полосу, равно какъ и въ рѣкахъ южнаго полушарія, где всегда подмывается лѣвый берегъ. У Сѣв. Двины, напр., правый берегъ (восточный) гористый, лѣвый (западный) — низменный, луговой. Правый берегъ р. Онеги — обрывистъ, лѣвый — отлогъ. Геогра-

фіческія карты показываютъ, что большинство селеній, цѣлыми массами деревень приходится на долю праваго берега, между тѣмъ какъ на лѣвомъ ихъ почти совсѣмъ нѣтъ. Это легко объяснить тѣмъ, что жители строятъ дома на правомъ берегу въ защиту отъ наводненій, какимъ подвергается лѣвый пологій берегъ. Подобное отступаніе въ сторону праваго берега замѣчено и на рѣкахъ, текущихъ по плотнымъ компактнымъ горнымъ породамъ, напр., въ Финляндіи, въ сѣв. части Олонецкой губ. и др. Оказывается, что влѣво отъ рѣки, какъ то видѣли раньше, весьма часто можно встрѣтить древнее русло съ округленными, обточенными водой скалами и котлами. Рѣки Онega, Печора, сѣверная азіатская рѣки съ правымъ нагорнымъ берегомъ, лѣвымъ — луговыми предстаиваютъ не мало фактовъ, говорящихъ за отступаніе рѣкъ вправо.

Палласъ указываетъ на Якутскъ, находившійся прежде непосредственно на лѣвомъ берегу Лены, а нынѣ отстоящій на нѣсколько верстъ отъ него. Многія зданія Тобольска, расположенного на правомъ берегу Иртыша, находятся въ опасности быть подмытыми. Такимъ образомъ фактъ подмыванія праваго берега и отступанія рѣкъ отъ лѣваго въ сѣверномъ полушаріи не подлежитъ сомнѣнію. Какая же причина этого явленія?



Фиг. 36. Схема закона Бэра для рѣкъ сѣв. полушарія въ случаѣ, когда сила движенія воды въ рѣкѣ больше силы вращенія земли.

ною силою теченія, частицы двухъ силъ, — результатомъ чего будетъ подмываніе праваго берега, въ данномъ случаѣ западнаго (фиг. 36, лѣв. стор.).

Частицы воды въ рѣкѣ сѣверного полушарія, текущей по меридіану въ направленіи отъ экватора къ полюсу, переходя изъ широты съ большою скоростью въ широту съ меньшою скоростью, будутъ опережать

Причина эта, какъ уже было замѣчено, выяснена Бэромъ. Подмываніе правыхъ береговъ въ рѣкахъ сѣверного полушарія, текущихъ по меридіану, онъ приписываетъ совокупному дѣйствію движенія земли вокругъ оси и движенію воды въ самой рѣкѣ. Скорость вращенія земли уменьшается по мѣрѣ удаленія отъ экватора; на полюсахъ она равна 0. Подъ экваторомъ скорость равна 5400 геогр. миль въ сутки, подъ 60° широты — вдвое меньше. Частицы воды въ рѣкахъ сѣверного полушарія, направляющихся по меридіану отъ полюса къ экватору, напр., въ Волгѣ, переходятъ изъ широты съ меньшою скоростью въ широту съ большою скоростью, и вслѣдствіе того онъ, удерживая нѣкоторое время скорость сообщеннаго движенія, будутъ отставать отъ движенія земли въ данной широтѣ; двигаясь по наклонной плоскости въ силу паденія воды и обладая извѣстной силой тяжести, они направляются по равнодѣйствующимъ

дѣяніе земли и, подчиняясь равновѣйствующей, ударять опять таки въ правый берегъ—восточный (фиг. 36, прав. стор.).

Въ рѣкахъ южнаго полушарія, текутъ ли онѣ по меридіану отъ полюса къ экватору, или въ обратномъ направлениі, размывается лѣвый берегъ. Законъ отклоненія движенія въ сѣверномъ полушаріи въ правую сторону, въ южномъ — въ лѣвую, получилъ название закона Бэра. Въ рѣкахъ другихъ странъ законъ Бэра проявляется въ большей или меньшей силѣ; Ниль (по Минутори), Индъ (по Риттеру), Рейнъ, между Базелемъ и Гермесхаймомъ, Гангъ, Евфратъ, Ориноко, Миссисипи подмываютъ правые берега; система Ла-Платы подмываетъ лѣвый берегъ и служить въ этомъ отношеніи прекраснымъ примѣромъ для рѣкъ южнаго полушарія.

Законъ Бэра примѣнимъ также къ морскимъ проливамъ и теченіямъ. Въ Татарскомъ проливѣ, между островомъ Сахалиномъ и восточнымъ берегомъ Азіи, теченіе идетъ съ сѣвера на югъ. Уже заранѣе, зная эффеќтъ, производимый въ рѣкахъ этимъ явленіемъ, можно заключить, что правый берегъ материка гористъ, лѣвый (острова Сахалина) — отлогій. Такъ оно и есть на самомъ дѣлѣ. Въ проливахъ, соединяющихъ Черное море съ Мраморнымъ и послѣднее съ Средиземнымъ, теченіе идетъ съ сѣвера на югъ и, въ силу того же обстоятельства, европейскій берегъ крутъ, азиатскій пологъ.

Изъ морскихъ теченій прекраснымъ примѣромъ можетъ служить Гольфштрёмъ. Выходя изъ Мексиканскаго залива и подчиняясь законамъ теплыхъ морскихъ теченій, большая часть Гольфштрёма направляется прямо къ сѣверу и, не встрѣчая препятствій и повинуясь закону Бэра, отклоняется въ правую сторону, достигаетъ западныхъ предѣловъ Европы и значительно повышаетъ температуру омываемыхъ имъ частей материка.

Подтвержденіе справедливости закона Бэра можно видѣть также на рельсахъ желѣзныхъ дорогъ, имѣющихъ меридіональное направленіе и два пути. Правый рельсъ (въ сѣв. полусл.) стирается, портится быстрѣе лѣваго. Объяснить это очень легко тѣмъ, что поѣздъ при движеніи отклоняется вправо и вслѣдствіе этого съ болѣею силою давитъ на правый рельсъ. По той же причинѣ чаще наблюдается и сходъ желѣзно-дорожныхъ поѣздовъ въ опредѣленную, т.-е. правую сторону.

Бабинѣ, разбиравшій этотъ вопросъ, показалъ, что въ силу вращенія земли вокругъ оси отклоненіе всякаго тѣла, удерживающаго хотя нѣкоторое время скорость сообщеннаго ему движенія, должно наблюдаваться на земной поверхности. Имъ вычислено, что во Франціи, если тѣло будетъ удерживать въ теченіе восьми часовъ скорость сообщеннаго ему движенія, то въ это время, въ силу указанной причины, оно отклонится отъ первоначальнаго своего направлениія на 90° . Бабинѣ даль формулы для вычислениія линейнаго и углового уклоненія. Обозначая чрезъ a скорость вращенія земли, чрезъ b — скорость сообщеннаго движенія, чрезъ w — географическую широту, получимъ $ab \sin. w$ — величину линейнаго уклоненія и $a \sin. w$ — углового.

Законъ Бэра очень важенъ. Благодаря ему, можно объяснить происхождение крайне широкихъ долинъ; здѣсь размываніе идетъ медленно, но постоянно. Вода, отступая вправо въ сѣверномъ полушаріи, влѣво—въ южномъ, образуетъ обширныя заливныя долины шириною въ нѣсколько десятковъ верстъ. До открытия закона Бэра образованіе такихъ долинъ часто приписывали морскимъ теченіямъ. Предполагали, что здѣсь нѣкогда было море и что морскія теченія будто бы и разрушали горныя породы, образуя широкія долины.

Размывающая сила воды проявляется не только въ побережьяхъ рекъ, но и въ побережьяхъ крупныхъ бассейновъ, каковы озера, моря и океаны. Подобные размыванія могутъ быть вызваны: дѣйствиемъ вѣтра на поверхность водного бассейна, а также приливо-отливомъ и морскими теченіями.

Береговая волна.—Вѣтеръ, ударяясь олегко подвижную поверхность водного бассейна, производить на ней, какъ известно, волны. Волны,



Фиг. 37. Примѣръ размыванія береговою волною слоистыхъ горныхъ породъ.

а—породы твердые, б—рыхлые, с—обломки верхнихъ породъ и д—береговая волна.



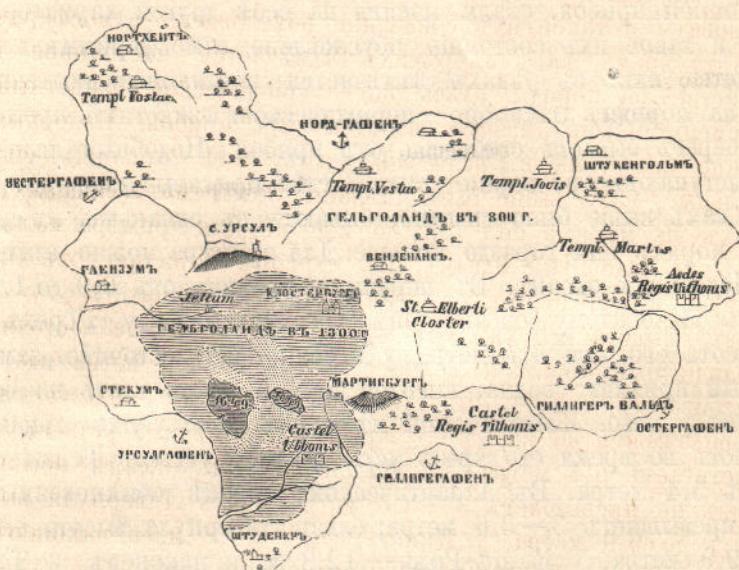
Фиг. 38. Примѣръ размыванія береговою волною массивной породы.

направляясь къ берегу и ударяясь объ этотъ послѣдній, должны обнаружить на немъ результаты своего дѣйствія въ видѣ размыванія. Конечно, наиболѣе сильному размыванію благопріятствуютъ особы геологическихъ условія, т.-е. для этого необходимо (фиг. 37), чтобы въ области удара волны лежали горныя породы рыхлые, легко размываемыя. Примѣровъ подобнаго рода размываній находятъ множество. Въ побережьяхъ Эстляндіи можно наблюдать во многихъ мѣстахъ такое размываніе въ заплескахъ. Напр., гора Вайвара, лежащая близъ м. Мерекюля, на южномъ берегу Финскаго залива, слагается вверху изъ твердыхъ известняковъ, внизу, въ области удара волны, изъ песчаниковъ и глинъ, т.-е. изъ породъ, легко размываемыхъ. Ударяясь объ эти послѣднія, волны вымываютъ песокъ и глину, а вышележащіе известняки, не находя себѣ опоры, обваливаются. Южное крутое побережье Финскаго залива сильно страдаетъ отъ такого подмыванія, и маяку Балтійскаго порта грозитъ значительная опасность быть низвергнутымъ въ море.

Подобное же подмываніе замѣчается и въ другихъ мѣстахъ. Собраны данные, съ наглядностью свидѣтельствующія о значительныхъ захватахъ, производимыхъ морями у материковъ. Достовѣрно известно, что Йорк-

ширскій берегъ Англіи потерялъ полосу земли въ одну милю шириной и въ 12 метровъ высоты со времени Норманскаго нашествія и двѣ мили въ ширину—со времени занятія Іорка римлянами. То же самое произошло и съ берегами Норфолька и Суффолька, гдѣ волна отнимаетъ отъ берега полосу шириной около одного метра въ годъ. Въ этой мѣстности берегъ представляеть внизу глины и пески, выше которыхъ лежить толща обыкновеннаго птищаго мѣла; отъ размыванія нижняго слоя происходятъ обвалы. По берегамъ Ламанша ежегодную потерю отъ подмыванія опредѣляютъ до 2 метровъ. Восточный берегъ Америки теряетъ ежегодно полосу земли, равную 2,7 метра шириной.

Особенно поучительный историческій примѣръ представляеть островъ Гельголандъ (фиг. 39). Сохранились карты этого острова, относящіяся



Фиг. 39. Состояніе острова Гельголанда въ 9, 14 и 17 столѣтіяхъ.

къ IX, XIV и XVII столѣтіямъ. Въ IX столѣтіи онъ представлялъ большую площадь, въ юго-западной части которой находилась довольно возвышенная мѣстность. Островъ былъ заселенъ; тамъ было построено Римлянами нѣсколько крѣпостей. Къ XIV столѣтію островъ уменьшился почти вчетверо: сохранилась только возвышенная юго-западная часть. Въ XVII столѣтіи возвышались только два скалистыхъ острова, между которыми вода образовала проливъ. Въ настоящее время островъ состоитъ изъ тѣхъ же двухъ утесовъ съ проливомъ между ними. Такимъ образомъ въ теченіе короткаго сравнительно промежутка времени островъ потерялъ, въ силу размыванія, значительный участокъ суши. Размываніе здѣсь обусловливается исключительно прибоемъ волнъ.

Приливы и отливы.—Совершенно параллельно размыванію берега волнами въ заплескахъ, размываніе можетъ идти и въ зависимости отъ приливовъ и отливовъ. Въ океанахъ приливы и отливы бываютъ

сильнѣе, чѣмъ въ средиземныхъ моряхъ; напр., Средиземное море имѣеть сравнительно ничтожный приливъ отъ одного до пяти футовъ, Бѣлое море—отъ трехъ до пяти. При приливахъ волна наступаетъ отъ моря на берегъ и затѣмъ отдастъ въ море. Этимъ явлениемъ должно вызываться разрушеніе берега. Впечатлѣніе будетъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ болѣе удобныя для разрушенія геологическія образованія слагаютъ берега. Если въ основаніи лежать горныя породы легко разрушаemыя и прибой будетъ ихъ размывать, то вышележащія горныя породы должны обваливаться. Если берегъ скалистъ, то прибойная волна будетъ сглаживать и округлять неровности. Въ побережьяхъ сѣверной Норвегіи и на Кольскомъ полуостровѣ можно наблюдать это послѣднее явленіе, потому что здѣсь побережье образовано твердыми горными породами. Сглаженность и округленность замѣчается до высшей линіи прибоя. Далѣе, за линіей прибоя, скалы носятъ на себѣ другой характеръ,—онъ угловаты и такое ихъ состояніе обусловлено атмосфернымъ вліяніемъ. Въ то время, какъ въ рѣкахъ замѣчается постоянное подтачивающее дѣйствіе на породы, здѣсь оно—періодическое: извѣстный промежутокъ времени берегъ бываетъ свободенъ отъ прибоя. Подобныя явленія особенно выступаютъ рельефно тамъ, где приливы сильнѣе. Самые сильные, какъ выше было сказано, бываютъ въ океанахъ, въ средиземныхъ же моряхъ они гораздо менѣе. Для примѣра можно взять Бѣлое море и Ледовитый океанъ. Въ первомъ—приливъ отъ 0,9 до 1,5 метр., ближе къ Ледовитому океану онъ увеличивается; у „Трехъ острововъ“ высота его уже 6,7 метр., у Мезени, еще восточнѣе, замѣчается грандіозный приливъ: волна, высотой въ 7,6 метра, идетъ на берегъ и разбивается у него. Жители этой мѣстности пользуются приливомъ и переѣзжаютъ во время его чрезъ устье рѣки. У устьевъ Темзы приливъ достигаетъ 5,4 метра. Въ Атлантическомъ океанѣ обыкновенный приливъ не превышаетъ 3—3,6 метра; близъ Ливерпуля высота его доходитъ до 9,9 метра, у Кингъ-Рода — 12,8 м. и, наконецъ, у Чипсто—до высоты 15,2 и даже 21,9 метровъ.

Морскія теченія.—Казалось бы страннымъ, какъ можетъ размывать твердую поверхность земли морское теченіе? Оно свободно течетъ въ предѣлахъ океана и ограничивается съ обѣихъ сторонъ водою. Но такъ происходитъ на поверхности. Не слѣдуетъ забывать, что, кромѣ теченій на поверхности, есть теченія внизу, кромѣ теплыхъ верхнихъ есть холодная нижня, которая размываются осадки, находящіеся внизу, на днѣ морскомъ. Нѣкоторыя изъ теплыхъ теченій, какъ извѣстно, имѣютъ внизу обратное теченіе съ сѣвера на югъ. Морское теченіе имѣютъ крайне различную длину и ширину, причемъ послѣдняя достигаетъ иногда до 1,500 километровъ. Скорость теченій равняется обыкновенно 4—8 километрамъ въ часъ; если теченіе входить въ проливъ, то скорость его замѣтно увеличивается. Эти цифры могутъ показать, какой значительной размывающей и переносною силою обладаютъ морскія теченія. Если принять во вниманіе ширину подводныхъ теченій, то безспорно дѣйствіе ихъ на осадокъ, образующійся на днѣ моря, должно

быть значительно. Такимъ способомъ можно объяснить происхождение наиболѣе значительныхъ по ширинѣ долинъ, къ которымъ законъ Бера не приложимъ.

ОБРАЗОВАНИЕ ОСАДКОВЪ.

Переносная сила воды. — Еще болѣе рельефно обнаруживается разрушающая сила текущей воды при взглядѣ на осадки, какъ продукты размыванія. Нужна, сравнительно, небольшая скорость теченія, чтобы вода могла переносить механически-взвѣшенній материалъ. Такъ, уже при скорости теченія равной 0,07 метра въ секунду, вода переносить мелкую муть. Понятно, что скорость въ рѣкѣ обусловливается величиною ея паденія, т.-е. чѣмъ круче уголъ паденія рѣки, тѣмъ большею силой она обладаетъ и тѣмъ болѣше можетъ переносить механически-взвѣшеннаго материала; это видно изъ слѣдующаго: мелкій песокъ переносится при скорости теченія, равной 0,152 метра въ секунду, крупный песокъ — 0,203 метра, округленная галька — 0,609 метра въ секунду и, наконецъ, обломки горной породы, величиною съ куриное яйцо, катятся по дну рѣки при скорости теченія, равной 0,914 метра въ секунду.

Въ горныхъ странахъ, гдѣ скорость теченія ручьевъ и рѣкъ весьма велика, передвиженіе твердаго материала поразительно. Русла потоковъ бываютъ завалены округленными обломками горныхъ породъ величиною съ человѣческую голову и болѣе. Въ Альпахъ наблюдалась случаи, когда, при внезапномъ разливѣ горныхъ ручьевъ, передвигались внизъ по теченію, правда, на небольшія разстоянія цѣлые скалы въ нѣсколько тысячъ кубическихъ футовъ, какъ, напримѣръ, было въ 1828 г. въ долинѣ Бань. Еще болѣе поразительный примѣръ передвиженія крупныхъ обломковъ горныхъ породъ и обусловленного имъ округленія этихъ обломковъ, представляетъ дѣйствіе морского прибоя, что можно наблюдать, напримѣръ, на южномъ берегу Крыма, близъ горы Кастель. Кастель состоить изъ плотной вулканической породы, которая отъ вывѣтреванія разрушается и куски ея, отваливаясь, падаютъ къ подножію горы; во время прибоя волны съ такою силою захватываютъ и ворочаютъ эти обломки, что на значительномъ разстояніи можно слышать шумъ и грохотъ отъ ихъ вращенія. На значительномъ протяженіи побережья здѣсь можно видѣть округленные обломки горныхъ породъ, имѣющіе до 0,3 метра въ диаметрѣ.

Механически-взвѣшенній материалъ несетъ водою, пока сила ея теченія не будетъ парализована; въ этомъ случаѣ переносная сила ея уничтожается и происходитъ отложеніе осадка.

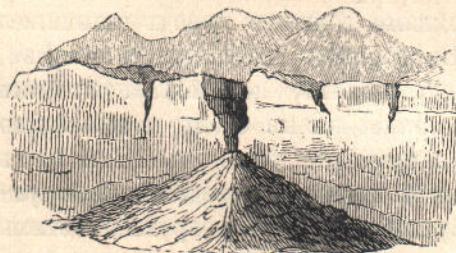
Осадки въ рѣкахъ. — Такъ какъ скорость теченія воды въ рѣкѣ неравномѣрна, то и рѣки въ различныхъ частяхъ своего русла несутъ неодинаковое количество механически-взвѣшеннаго материала. На скорость теченія вліяетъ не только ложе рѣки, но, какъ дознано въ

новѣйшее время, и воздухъ. Опредѣленіе наибольшей скорости теченія воды въ р. Миссисипи показало, что наибольшая скорость, какъ о томъ предполагали и раньше, находится не на самой поверхности въ срединѣ рѣки, а приблизительно въ разстояніи $\frac{3}{10}$ глубины отъ поверхности. Опредѣленіе всего количества механически-взвѣшенного материала, несомаго рѣкою, представляетъ крайне значительныя затрудненія. Для такого опредѣленія надо узнать полный разрѣзъ ея ложа, количество воды, проходящей въ известный промежутокъ времени въ известномъ мѣстѣ этого разрѣза, и количество механическихъ въ ней примѣсей. Изъ такихъ наблюдений обнаружились слѣдующія количества материала, выносимаго нѣкоторыми рѣками:

Рейнъ	выносить	ежегодно	около	2 милл. куб. метровъ	осадка.
Ниль	»	»	»	106	»
Миссисипи	»	»	»	129	»
Аму-Дарья	»	»	»	448	»
Гангъ	»	»	»	490	»
Желтая рѣка	»	»	»	494	»

Вычислено, что изъ всего количества твердаго материала, выносимаго ежегодно Рейномъ, въ теченіе 5000 лѣтъ можно было бы сложить кубическую милю осадка; изъ осадковъ же, выносимыхъ нашими тремя громадными сибирскими рѣками: Обью, Енисеемъ и Леною, чрезъ 500

лѣтъ можно было бы сложить кубъ, стороны котораго заняли бы 7,4 мили. Всѣ эти цифры свидѣтельствуютъ, что размываніе, производимое рѣками, громадно. Осадокъ, несомый водою, будетъ передвигаться цѣликомъ до тѣхъ поръ, пока вода сохраняетъ первоначальную скорость движенія. Если рѣка сбѣгаетъ съ горъ, то, благодаря значительной быстротѣ

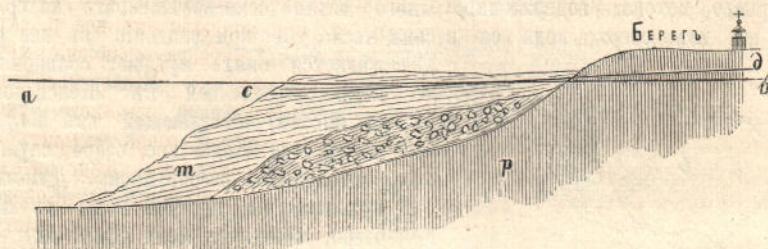


Фиг. 40. Примѣръ промывовъ и осыпей у концовъ овраговъ.

движенія, она выносить огромное количество материала. Какъ только скорость теченія уменьшается, рѣка уже не въ состояніи нести все прежнее количество взвѣшенного материала, который и отлагается, образуя насыпь или осыпь (см. фиг. 40). Отложение осадка идетъ тѣмъ быстрѣе, чѣмъ медленнѣе становится теченіе. Меньше всего осадка образуется въ рѣкахъ съ одинаковою скоростью теченія. Больше же всего должно образоваться осадка, разумѣется, у устья рѣки, такъ какъ тамъ движеніе сразу прекращается. Туда спускаются, по преимуществу, мелкія частицы, а болѣе крупныя отлагаются въ рѣкахъ. Вотъ почему гравій (окатанный крупный песокъ) представляеть типичную горную породу, выстилающую рѣчныя долины. Осадокъ, отлагаемый на берегахъ рѣкъ, называется побочнымъ, а среди рѣки — осередкомъ. Подробно изучено правильное образованіе мелей

чрезъ осажденіе уносимаго теченіемъ матеріала въ Рейнѣ; въ немъ наибольшая скорость идетъ по известной кривой; во всѣхъ мѣстахъ въ этой кривой, имѣющихъ болѣе слабое теченіе, образуются, вслѣдствіе осажденія переносимаго матеріала, мели и острова; мели, отъ измѣненія направленія линіи наискорѣйшаго теченія, могутъ быть снова смыты и образованы въ другомъ мѣстѣ рѣки. Этимъ послѣднимъ обстоятельствомъ объясняется и образованіе на Волгѣ такъ называемыхъ перекатовъ, — мелей, исчезающихъ и опять появляющихся въ различныхъ мѣстахъ рѣки.

Дельты. — Наибольшее количество осадковъ отлагается въ мѣстахъ, гдѣ скорость теченія приближается къ нулю; этимъ обусловлено образованіе при устьяхъ рѣкъ такъ называемыхъ дельтъ. Если представить себѣ разрѣзъ устья рѣки (фиг. 41), впадающей въ болѣе значительный водный бассейнъ, то понятно, что скорость теченія



Фиг. 41. Схема образования дельты.

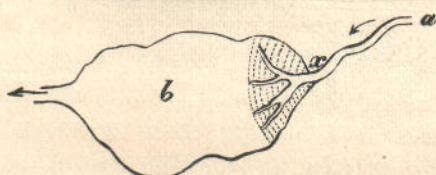
аб—уровень моря, cd—ложе рѣки, m—осадокъ дельты, p—коренные породы.

воды здѣсь уменьшится сразу до нуля. Результатомъ явится у самаго устья отложеніе осадка, который будетъ выполнять глубину озера или моря въ томъ мѣстѣ, гдѣ впадаѣтъ рѣка. Чѣмъ больше выносить рѣка механически-взвѣшенного матеріала, тѣмъ больше будетъ отлагаться осадка и тѣмъ скорѣе будетъ выполнена глубина. Отсюда слѣдуетъ, что дельтовыя образованія должны представлять низменныя, болотистыя, а иногда значительную часть года залитыя водою мѣстности. Только тамъ, гдѣ дельтовый осадокъ образовался давно и гдѣ рукава рѣки успѣли углубить себѣ русло, дельта обнажена и непосредственно доступна изученію. Изъ вышесказанного можно видѣть, что дельты могутъ быть двухъ родовъ: надводныя и подводныя, т.-е. не выступившія изъ-подъ моря. Причины, обусловливающія выступаніе дельтоваго осадка надъ прилегающею поверхностью водъ, могутъ быть двухъ родовъ. Во-первыхъ, въ половодье, когда рѣки приносятъ наибольшее количество осадка, уровень воды въ рѣкѣ сильно поднимается, а съ паденіемъ уровня воды отложенный осадокъ обнажается и среди него рѣка пролагаетъ себѣ путь, обыкновенно нѣсколькими рукавами, къ сосѣднему крупному водоему. Во-вторыхъ, обнаженіе осадка дельты можетъ быть обусловлено явленіемъ поднятій, о которыхъ далѣе будетъ сказано подробнѣе. По самому ходу образованія дельты можно прийти къ заключенію, что въ планѣ она должна представляться въ формѣ

треугольника, напоминающаго греческую букву дельту (Δ), отъ которой и заимствовано самое название для подобныхъ образованій.

Въ дельтахъ различаютъ по мѣсту ихъ образования три категории: прѣсноводная — при устьяхъ рѣкъ, впадающихъ въ озера; морская — при устьяхъ рѣкъ, впадающихъ въ замкнутыя моря, и океаническая — при устьяхъ рѣкъ, впадающихъ въ океаны. Различие между ними обнаруживается при изученіи погребенныхъ въ нихъ организмовъ. Въ прѣсноводныхъ дельтахъ находятъ остатки наземной фауны и организмовъ прѣсноводныхъ; въ морскихъ — наземной и прѣсноводной фауны въ смѣси съ морскими организмами и, наконецъ, въ океаническихъ — вмѣстѣ съ представителями наземной и прѣсноводной фауны встрѣчаются типичные морскіе.

Примѣръ образования прѣсноводныхъ дельтъ представляетъ р. Рона; она вытекаетъ изъ подъ Ронского ледника и, при впаденіи въ Женевское озеро, имѣеть видъ грязного, бурнаго потока, содержащаго много механически-взвѣшеннаго материала; при выходѣ же изъ озера, вода ея весьма чиста, а при впаденіи въ нее р. Арви,



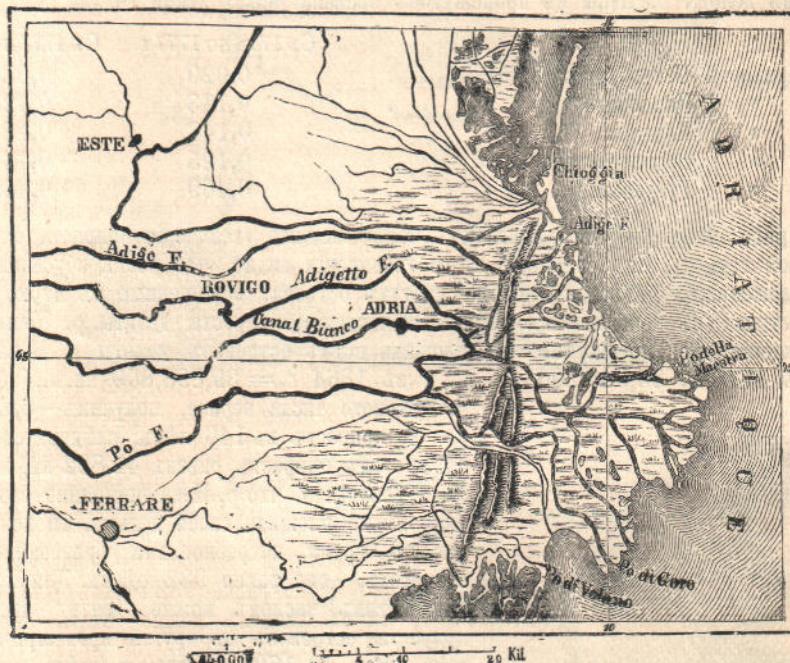
Фиг. 42. Схематическое изображеніе дельты р. верхней Роны.

Женевское озеро еще Римлянами было основано нѣсколько селений, которыхъ теперь отстоитъ на нѣсколько миль отъ озера; это указываетъ на то, что со временемъ все Женевское озеро можетъ быть занесено осадками, и чрезъ него лишь будетъ пролагать себѣ путь верхняя Рона, слившаяся въ одно съ нижнею. Такой случай можетъ служить примѣромъ образования рѣкъ изъ озеръ.

Изъ средиземно-морскихъ дельтъ особенно поразительное образованіе дельты представляютъ рѣки По и Эчъ или Адидже (фиг. 43); эти рѣки, начинаясь съ южнаго склона Альпъ, лѣтомъ, въ особенности при быстромъ повышеніи температуры, обуславливающей сильное таяніе снѣга, превращаются часто въ мутные, бурные потоки, которые еще издавна причиняли бѣдствія своими разливами, причемъ на берегахъ рѣкъ отлагались осадки въ видѣ валовъ, идущихъ по обѣимъ сторонамъ рѣки параллельно берегу. Это и подало поводъ къ искусственной охранѣ полей посредствомъ плотинъ, въ которыхъ оставлялись отверстія для орошенія полей; со временемъ устройства плотинъ замѣтили еще болѣе сильное нарастаніе общей дельты этихъ рѣкъ; съ 1200 года нарастаніе дельты было равно 25 метрамъ ежегодно, съ 1600 по 1804 годъ, когда всюду стали устраиваться плотины, нарастаніе было 70 метровъ ежегодно; съ 1804 до 1842 года нарастаніе дошло до 210 метровъ ежегодно; слѣдовательно, шло пропорционально количеству возводимыхъ плотинъ, которыхъ уменьшали разливы. Вслѣдствіе этого, какъ въ полную воду, такъ и въ малую, опредѣленное количество воды должно было вмѣщаться въ одномъ и томъ же ложѣ; прекратились разливы, а въ половодье увеличилась скорость теченія; чрезъ это увеличилось и количество механически-взвѣшеннаго материала, выносимаго въ море. Городъ Адріа, основанный при Августѣ и давшій имя самому морю, благодаря подобному нарастанію вышеописанной дельты, теперь отстоитъ отъ моря на 35 километровъ. То же можно сказать и о городѣ Равеннѣ, который нѣкогда былъ приморскимъ, а теперь отстоитъ отъ моря на 6 километровъ. Р. Эчъ течетъ выше окрестной мѣстности, причемъ было замѣчено, что отъ осадковъ,

образующихся въ самой рѣкѣ, дно ея за послѣднія 50 лѣтъ повысилось на 1,36 метра, и русло у г. Бочена еще въ 1779 г. лежало выше города отъ 4,2 до 6,4 метровъ. Искусственное укрепление береговъ рр. По и Эчъ, предохраняющее отъ разливовъ, до послѣдняго времени было вполнѣ цѣлесообразно. Но дождливый сентябрь мѣсяцъ 1882 г. и значительный запасъ выпавшаго атмосферного осадка въ Альпахъ способствовалъ сильному напору воды въ указанныхъ рѣкахъ; ложе ихъ не вмѣстило всю воду, которая выступила изъ береговъ и наводнила нижележащія плодородныя мѣстности и города, причинивъ миллионные убытки мѣстному населенію.

Изъ другихъ средиземно-морскихъ дельтъ можно упомянуть о дельтахъ рр. Нила, Волги, Урала, Дона, Терека и Невы. Р. Ниль образуетъ свою дельту чрезвычайно



Фиг. 43. Дельта рр. По и Адидже.

медленно, что зависитъ отъ ежегодныхъ плодородныхъ разливовъ этой рѣки, оставляющихъ большую часть осадка на берегахъ. Впрочемъ, замѣчено, что часть осадка отлагается и на днѣ р. Нила. Такъ, близъ Элефантина, въ теченіе 1700 лѣтъ отложился слой въ 9 футовъ толщины, у Фивъ—въ тотъ же періодъ 7 футовъ, а у Каира—5 ф. 10 дюймовъ. Волга, Ураль, Донъ точно также образуютъ дельту крайне медленно. Такъ островъ Черепахи, лежащий въ нѣкоторомъ разстояніи отъ устья р. Дона, сохранился въ неизмѣнномъ положеніи со временемъ Страбона. Значительно быстрѣе образуетъ дельту р. Терекъ. Селеніе Черный рынокъ еще въ 1833 г. находилось на островѣ, лежащемъ въ устьѣ Терека, а въ настоящее время оно лежитъ около пятнадцати верстъ отъ берега.

Единственнымъ рукавомъ для выхода всей воды, скопляющейся на громадной площади нашихъ большихъ водоемовъ какъ Ладожского, такъ и Онежского озера, служить р. Нева. Ладожское озеро служитъ для нея такимъ же очистительнымъ резервуаромъ, какимъ для нижней Роны является Женевское озеро, потому что при выходѣ изъ Ладожского озера вода р. Невы является чистою и прозрачною. Но кроме механическаго очищенія должно видѣть въ Ладожскомъ озерѣ, по всейѣ вѣроятности, еще и химического очистителя воды р. Невы. Большая часть рѣкъ, впадающихъ въ Ладожское озеро, каковы рр. Волховъ, Свири, Сясь, Вуокса и другія болѣе мелкія

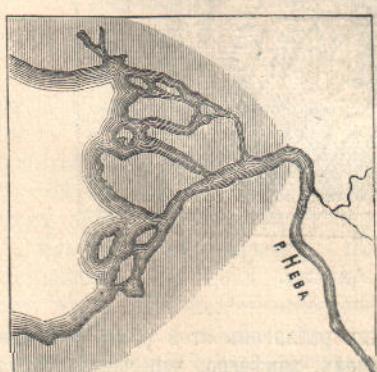
питаются многочисленными болотами, а потому несутъ воды, богатыя битюминозными, органическими веществами. На обширной поверхности Ладожского озера, при едва замѣтномъ теченіи, происходитъ въ значительной степени окисленіе этихъ органическихъ веществъ, а этотъ процессъ, очевидно, долженъ вызвать и очищеніе до извѣстной степени воды р. Невы.

Р. Нева, на протяженіи 67 километровъ до впаденія въ Финскій заливъ падаетъ съ высоты 5 метровъ. Благодаря этой скорости теченія обусловливается размываніе береговъ и выносъ механически-извѣшеннаго материала, а равно и отложеніе его въ видѣ дельты; группа острововъ и примыкающая къ ней береговая полоса, на которой построенъ Петербургъ, представляетъ отложеніе этой дельты (фиг. 44). Съемки, произведенныя въ 1718, 1777 и 1864 гг., показали величину прироста острововъ дельты р. Невы въ промежутокъ времени между этими годами:

	Съ 1718 по 1777 г.	Съ 1777 по 1864 г.
Приростъ Петербургскаго 0—ва . . .	0,020	0,038
» Каменного » . . .	0,113	0,125
» Елагина » . . .	0,148	0,188
» Васильевскаго » . . .	0,125	0,148
» Гутуевскаго » . . .	0,469	0,499

Приведенные цифры показываютъ болѣе сильное увеличеніе прироста острововъ во второй періодъ. Изъ сравненія этого увеличенія видно, что ростъ обусловливается ихъ положеніемъ: болѣе и быстрѣе растуть острова, обращенные къ морю, и при томъ острова съ меньшою площадью. Вычисление прироста дельты р. Невы важно для сужденія о ея древности. Если площадь всѣхъ острововъ дельты р. Невы равна была въ 1718 г. 33,645,200 кв. м., а въ 1864 г. = 39,898,800 кв. м., то, вычитя изъ второго числа первое, получимъ — 6,253,600 кв. м. приростъ въ 146 лѣтъ; слѣдовательно, въ одинъ годъ приростъ равенъ 42,832 кв. метрамъ.

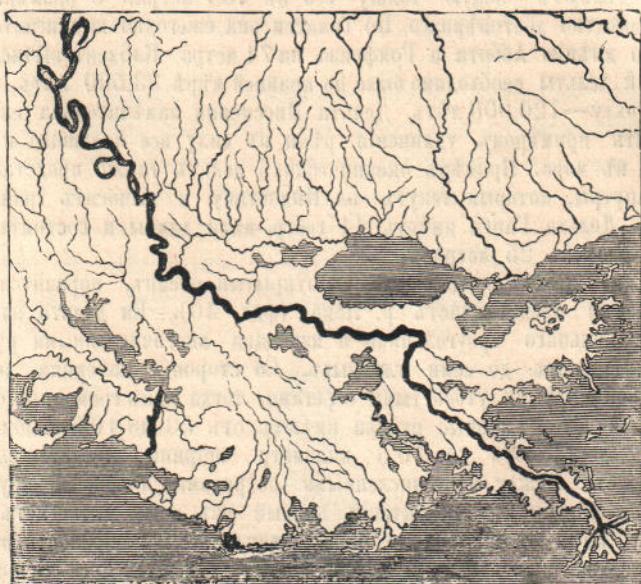
Если допустить, что р. Нева постоянно выполняла равномѣрно площадь своей дельты, то можно вычислить время, потребное для образования всѣхъ острововъ, — оно равно 932 годамъ. Для контроля надъ этимъ числомъ можно взять опредѣленіе прироста острововъ въ другой промежутокъ времени. Такъ, въ 1828 г. площадь всѣхъ острововъ была = 38,494,300 квадр. метр., а въ 1864 г., какъ сказали 39,898,800 квадр. метр., вычитая изъ второго числа первое, получимъ, что въ 36 лѣтъ приростъ равенъ 1,404,500 квадр. метр., слѣдовательно, въ одинъ годъ прирастаетъ — 39,013 кв. м.; по послѣднему вычислению для образования всѣхъ острововъ потребно — 909



Фиг. 44. Дельта р. Невы.

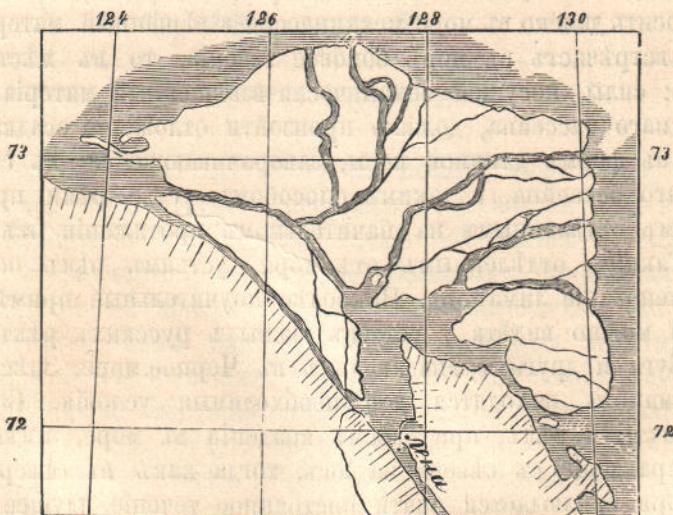
лѣтъ; это близко подходитъ къ вышевыведенному (932). При изученіи осадковъ, выносимыхъ р. Невою, оказывается, что масса ихъ отлагается не только на островахъ, но также на сѣверномъ и южномъ побережьяхъ Финскаго залива; въ теченіе 30 лѣтъ Лахтинскій (сѣверный) берегъ Финскаго залива увеличился на 1,127,100 кв. метр., а южный — на 527,000 кв. м., въ суммѣ, значитъ, тотъ и другой берегъ увеличились на 1,654,100 кв. м.; въ одинъ годъ увеличеніе обоихъ береговъ равно 55,103 кв. м.; если къ этому прибавить ежегодный приростъ острововъ (39,013 кв. м.), то получимъ 94,116 кв. м.; это и будетъ весь осадокъ, отлагаемый ежегодно р. Невою. Этотъ выводъ важенъ еще въ томъ отношеніи, что даетъ возможность приблизительно опредѣлить время, въ которое будетъ занесена Маркизова луга (такъ называются часть Финскаго залива отъ Кронштадта до устья Невы), и Нева будетъ вытекать въ море около Кронштадта; оказывается, что для этого необходимо — 3320 лѣтъ, и въ это время должно отложиться около 351,100 куб. метровъ осадка.

Дельты рѣкъ, впадающихъ въ открытый моря, образуются гораздо медленнѣе и причину этой сравнительно большей медленности должно искать въ приливахъ и отливахъ. Тотъ ваносъ, который рѣка отлагаетъ у береговъ океана, дѣйствиемъ при-



Фиг. 45. Дельта р. Миссисипи.

ливовъ уносится въ море и распредѣляется у береговъ его равномѣрнымъ слоемъ. Впрочемъ, есть рѣки, впадающія въ открытое море, дельты которыхъ тѣмъ не менѣе занимаютъ громадныя пространства. Такова, напр., дельта Миссисипи (фиг. 45). Эта



Фиг. 46. Дельта р. Лены.

дельта, начинаясь отъ устья р. Ачафалайя, занимаетъ собою около 3,200 кв. километровъ. Вся эта мѣстность—низменная и большую часть времени, около девяти мѣсяцевъ въ году, затоплена водою, среди которой кое-гдѣ обнажаются невысокіе и не-

большіе участки суши. Вдаваясь глубоко въ Мексиканскій заливъ, р. Миссисипи впадаетъ въ него пятью рукавами. Главный осадокъ дельты, доставляемый ежегодно въ количествѣ 28 милліон. куб. метровъ, образованъ иломъ и пескомъ, а буровыя скважины опредѣляютъ общую толщу его въ 183 метра. О размѣрахъ увеличенія дельты мало извѣстно достовѣрнаго. По Томасси она ежегодно выдвигается въ море на 95 метровъ, по мнѣнію Аббота и Гомфриза на 74 метра. Клодентъ вычисляетъ, что для образования всей дельты необходимо было по крайней мѣрѣ 33,500 лѣтъ, по Лайзелю—67,000, а по Фохту—126,000 лѣтъ. Дельта Миссисипи замѣчательна еще потому, что можетъ служить примѣромъ удлиненія рѣки въ силу все большаго и большаго выдвижанія устья въ море. Примѣръ океаническихъ дельтъ также представляютъ дельты Ганга и Брамапутры, которая текутъ по Индостану и выносятъ громадныя количества матеріала. Дельта Ганга имѣетъ 44 геогр. мили длины и состоитъ изъ суглинка и торфа мощностью въ 25 метровъ.

Изъ русскихъ рѣкъ, впадающихъ въ открытый океанъ, поразительный примѣръ выдающейся дельты представляетъ р. Лена (фиг. 46). Ея дельта вдается въ море въ форму неправильного треугольника и изрѣзана многочисленными рукавами, среди которыхъ насчитываются до семи главныхъ. Со стороны материка дельта ограничивается довольно крутыми утесистыми берегами, тогда какъ громадные острова дельты низменны и песчанисты. Главные рукава имѣютъ отъ 53 до 106 километровъ длины, а при устьяхъ достигаютъ до 10,5 километр. ширинъ, представляя глубину отъ 6,5 до 13 метровъ. Между многочисленными островами наиболѣе крупными по величинѣ являются Борхая и Хангальский, первый изъ нихъ достигаетъ 100 километровъ въ длину, имѣя въ ширину до 58 километровъ. Грандіозность размѣровъ этой дельты поразительна и измѣряется несколькими градусами. Достаточно сказать, что съ одной только сѣверной стороны она омывается океаномъ на протяженіи 425 километровъ.

Лиманы. — Дельтами не исчерпывается форма осадковъ, которая обусловлена впаденіемъ въ море рѣки. Если эта послѣдняя при впаденіи въ море обладаетъ еще значительною скоростью теченія, то, понятно, она будетъ выносить далеко въ море механически-взвѣшенный матеріалъ. Если вода рѣки встрѣчаетъ въ морѣ боковое теченіе, то въ мѣстѣ встрѣчи двухъ силъ: силы, несущей механически-взвѣшенный матеріалъ, и силы теченія водного бассейна, должно произойти отложеніе осадка. Осадокъ отложится въ формѣ длинной косы, заворачивающейся въ сторону теченія водного бассейна, и такимъ способомъ устье рѣки представится со временемъ отдѣленнымъ на значительномъ протяженіи отъсосѣдняго водоема. Такимъ, отдѣленнымъ отъ моря, устьямъ рѣкъ обыкновенно даютъ наименование лимановъ. Наиболѣе поучительные примѣры такихъ образованій можно видѣть у устьевъ южныхъ русскихъ рѣкъ: Днѣпра, Днѣстра, Буга и другихъ, впадающихъ въ Черное море. Здѣсь для образования лимановъ находятся всѣ необходимыя условія. Большинство вышеупомянутыхъ рѣкъ, при своемъ впаденіи въ море, имѣютъ почти прямое направление съ сѣвера на югъ, тогда какъ въ сѣверной части Чернаго моря наблюдается почти постоянное теченіе, идущее съ востока на западъ. Результатомъ встрѣчи силы, направляющейся съ сѣвера на югъ, съ силою, идущею съ востока на западъ, должна явиться равнодѣйствующая, направляющаяся на юго-западъ и уклоняющаяся или больше къ западу, или больше къ югу, смотря по тому, въ какомъ направленіи идетъ преобладающая сила. На приложенной фиг. 47, пред-

ставляющей Днѣпровскій лиманъ, направлениe отdѣляющей его косы идеть съ востока-юго-востока на западъ-съверо-западъ.

Отложение механически-взвѣшеннаго материала идетъ не только при устьяхъ рѣкъ, но происходитъ и въ крупныхъ бассейнахъ, каковы: озера, моря и океаны.

Мели или банки.—Береговая волна, разрушал берегъ, уносить назадъ въ море часть вымытаго ею материала въ механически-взвѣшенномъ состояніи; разстояніе, на которое будетъ уноситься этотъ материалъ, весьма различно. Разстояніе это зависитъ какъ отъ встрѣчи отступающей волны съ наступающею, такъ и отъ встрѣчи отступающей волны съ мѣстнымъ теченіемъ, могущимъ быть въ данномъ водномъ бассейнѣ. Встрѣча отступающей волны съ наступающею или



Фиг. 47. Днѣпровскій лиманъ.

вообще съ какимъ-либо препятствиемъ можетъ вызвать парализацію той силы, которая обусловливаетъ переносъ механически-взвѣшеннаго материала, результатомъ чего явится отложение осадка въ видѣ мели или банки. Въ особенности быстро такія образованія происходятъ на берегахъ песчаныхъ, и иногда случайныя обстоятельства могутъ вызвать образование мели. Такъ, напр., корабль, съвшій на мель въ песчаномъ побережье, можетъ послужить ядромъ для образованія иногда громадной банки. Волна, несущая осадокъ или отъ берега, или къ берегу, встрѣчая препятствіе, будетъ парализоваться въ своей переносной силѣ, и механически-взвѣшенній материалъ будетъ отлагаться около препятствія, такъ что въ сравнительно короткое время корабль можетъ быть совершенно занесенъ пескомъ, образовавъ собою ядро банки или мели. Такіе случаи многочисленны и известны весьма давно.

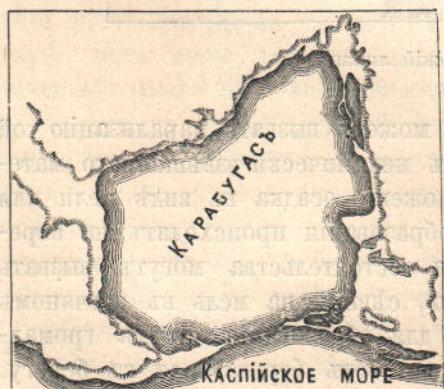
Лагуны или гафы.—Не менѣе энергично идетъ отложение осадка въ томъ случаѣ, когда отступающая волна встрѣчаетъ боковое морское теченіе. Въ силу тѣхъ условій, на которыхъ было указано выше, въ

мѣстѣ ихъ встрѣчи произойдетъ отложеніе осадка, накапливающагося мало-по-малу въ форму косы, отдѣляющей отчасти или совершенно прилегающей участокъ моря. Отгороженному участку моря часто даютъ наименование лагуны, а въ Балтійскомъ побережью ихъ называютъ гафами (Haffe). Довольно типичный примѣръ такихъ лагунъ представляютъ Фришъ-гафъ и Куришъ-гафъ Балтійского моря (фиг. 48), сообщеніе которыхъ съ моремъ поддерживается только чрезъ небольшіе проливы. Въ Адриатическомъ морѣ известны знаменитыя лагуны Венеции, въ Мексиканскомъ заливѣ — лагуны Флориды.



Фиг. 48. Фришь- и Куришь-гафы.

Ростаніе часто ведетъ къ тому, что участки соленой воды могутъ со временемъ явиться совершенно отдѣленными отъ моря, т.-е. обратиться въ соляные озера. Заливы Каспійского моря: Кара-Бугасъ и Мертвый Култукъ или Цесаревича могутъ служить образцами отдѣленія такихъ соляныхъ озеръ отъ моря (фиг. 49).



Фиг. 49. Заливъ Каспійского моря—Кара-Бугасъ.

Заливъ Кара-Бугасъ (Черный омутъ) имѣеть 42 мили длины и до 37 миль ширины. Въ этотъ заливъ постоянно вливается вода изъ Каспійского моря. При этомъ зноѣ идетъ необыкновенно быстро испареніе воды и концентрація разсола, а какъ результатъ этого, отложеніе на днѣ поваренной соли. Вода этого залива въ шесть разъ солонѣе воды Каспійского моря и по Бэрю здѣсь ежегодно отлагается около 3,6 миллионовъ пудовъ соли. Въ побережьяхъ такихъ заливовъ находятъ уже отдѣлившися отъ нихъ озера, но кромѣ того, многочисленные и постоянно нарастающіе бересы указываютъ на полную возможность еще новыхъ отдѣленій и образования новыхъ озеръ. Такія же мелкія соляные озера въ прибрежьяхъ моря наблюдаются на Мангышлакскомъ полуостровѣ и на Бердянской косѣ Азовскаго моря.

Образованіе соляныхъ озеръ у береговъ моря. — Изъ русскихъ лагунъ можно привести, какъ примѣръ, лагуны побережья Каспійского моря, гдѣ косамъ, отдѣляющимъ отъ моря участки соленой воды, даютъ наименование бересовъ. Здѣсь, равно и въ побережьяхъ Азовскаго и Чернаго моря, образованіе бересовъ и ихъ раз-

стояніе часто ведетъ къ тому, что участки соленой воды могутъ со временемъ явиться совершенно отдѣленными отъ моря, т.-е. обратиться въ соляные озера. Заливы Каспійского моря: Кара-Бугасъ и Мертвый Култукъ или Цесаревича могутъ служить образцами отдѣленія такихъ соляныхъ озеръ отъ моря (фиг. 49). Заливъ Кара-Бугасъ (Черный омутъ) имѣеть 42 мили длины и до 37 миль ширины. Въ этотъ заливъ постоянно вливается вода изъ Каспійского моря. При этомъ зноѣ идетъ необыкновенно быстро испареніе воды и концентрація разсола, а какъ результатъ этого, отложеніе на днѣ поваренной соли. Вода этого залива въ шесть разъ солонѣе воды Каспійского моря и по Бэрю здѣсь ежегодно отлагается около 3,6 миллионовъ пудовъ соли. Въ побережьяхъ такихъ заливовъ находятъ уже отдѣлившися отъ нихъ озера, но кромѣ того, многочисленные и постоянно нарастающіе бересы указываютъ на полную возможность еще новыхъ отдѣленій и образования новыхъ озеръ. Такія же мелкія соляные озера въ прибрежьяхъ моря наблюдаются на Мангышлакскомъ полуостровѣ и на Бердянской косѣ Азовскаго моря.

Между образованіемъ намывныхъ косъ или бересовъ въ сѣверныхъ южныхъ странахъ, а равно и въ результатѣ этихъ явлений, должно наблюдаваться крупное различие. Въ сѣверныхъ странахъ выпадаетъ значительное количество атмосферного осадка, а испареніе сравнительно незначительно, тогда какъ въ южныхъ странахъ атмосферныхъ осадковъ мало, испареніе идетъ сильное, и поэтому понятно, что одно и то же явленіе можетъ вызвать крупное различие результатовъ въ странахъ южныхъ и сѣверныхъ. Въ тропическомъ поясѣ Атлантическаго океана изъ наблюдений надъ количествомъ выпадающаго атмосферного осадка и количествомъ воды, отдаваемой въ атмосферу испареніемъ, опредѣлено, что ежегодная потеря воды испареніемъ измѣряется водянымъ кубомъ, каждая сторона которого равна 50 километрамъ. Тригонометрическая нивелировка уровня Атлантическаго океана и Средиземнаго моря показала, что послѣднее лежитъ ниже первого на 0,7 метра. Такое различіе уровней обусловлено тѣмъ, что съ поверхности Средиземнаго моря испаряется значительная масса воды, превосходящая въ $1\frac{1}{2}$ раза количество воды, доставляемое атмосферными осадками. При громадной массѣ прѣсной воды, принимаемой Средиземнымъ моремъ, только сильнымъ испареніемъ и можно объяснить это различіе въ уровняхъ.

Въ Прикаспійскихъ мѣстностяхъ должно происходить большее испареніе и сгущеніе морской воды въ отдѣленныхъ отъ моря участкахъ. Это сгущеніе идетъ очень быстро, потому что количество выпадающей здѣсь дождевой воды равно 0,685 метра, тогда какъ испареніе 0,926 метра, слѣдовательно, убыль воды равняется 0,341 метра. Въ концѣ лѣта, въ августѣ, уже замѣчается отложеніе большого количества поваренной соли. Подобное явленіе съ геологической стороны любопытно въ томъ отношеніи, что при помощи его можно объяснить происхожденіе большихъ залежей каменной соли въ той или другой мѣстности. Изученіе бересовъ имѣть еще и другой геологической интересъ, такъ какъ оно объясняетъ фактъ, остававшійся долгое время непонятнымъ: а именно, почему соль, получаемая изъ такихъ озеръ, отдѣленныхъ бересами отъ моря, чище, т.-е. содержитъ менѣе постороннихъ примѣсей, чѣмъ соль, получаемая прямо изъ морской воды? Озеро, лежащее близъ моря, питается его же водою, которая, чтобы пройти въ озеро, должна просачиваться, въ большинствѣ случаевъ, чрезъ песчаную косу, отдѣляющую море отъ озера. Здѣсь встрѣчаемъ то же явленіе, на которое впервые обратилъ вниманіе Либихъ. При просачиваніи морской воды некоторыя соли изъ раствора энергично задерживаются почвой, другія же въ меньшей степени. Такъ, почвой легко задерживаются хлористые калій, кальцій и магній, и только небольшое количество хлористаго натрія. Что и здѣсь различные соли поглощаются почвой въ различной степени, было доказано колодцами, заложенными въ различныхъ частяхъ береса: ближе къ морю и ближе къ озеру. Въ первомъ случаѣ оказалось, что вода колодца содержала составные части, ближе подходящія къ составу морской воды, во второмъ случаѣ — ближе къ составу воды озера. Помимо вышеуказанного и въ самомъ озерѣ со-

вершается процессъ, измѣняющій составъ озерной воды. Этотъ процессъ, обусловленный, по всей вѣроятности, дѣятельностью низшихъ водорослей, превращаетъ растворимыя сѣрнокислые соли въ нерастворимыя сѣрнистыя соединенія, которые представляютъ характерную составную часть озернаго ила, скопляющагося въ большихъ массахъ на днѣ соляныхъ озеръ.

Различіе въ количествѣ воды, выпадающей изъ атмосферы, и воды, теряющейся съ поверхности испареніемъ, отражается не только въ образованіи соляныхъ озеръ, но и въ постепенномъ усыханіи вообще морей и озеръ Арапо-Каспійской низменности, что давно замѣчено относительно морей Каспійского и Аральскаго. Особенно интересно сопоставленіе картъ нѣкоторыхъ озеръ Западной Сибири, главнымъ образомъ озера Чаны и смежныхъ съ нимъ, за 100 лѣтъ, сдѣланное Ядринцевымъ. Изъ этого сопоставленія легко усмотретьъ, какимъ сильнымъ измѣненіямъ подверглась конфигурація различныхъ озеръ, отъ которыхъ мѣстами остались только небольшія лужи. Такъ, напр., въ прошломъ столѣтіи озеро Молокъ имѣло съ запада на востокъ протяженіе въ 30 километровъ, а нынѣ всего 5 км. и т. д. Вообще наибольшему усыханію подверглись озера западной части сибирской низменности, непосредственно примыкающія къ южнымъ степямъ. Въ одномъ только Ишимскомъ округѣ Тобольской губерніи къ 1860 году исчезло до 300 озеръ. Такое же уменьшеніе водъ доказано и для группы Троицко-Челябинскихъ озеръ, и для Балхаша, а Венюковымъ и для другихъ мѣсть.

Прорывы озеръ. — Совершенно другія явленія происходятъ въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ количество атмосферныхъ осадковъ большое, или гдѣ река втекаетъ въ озеро, лежащее близко къ другому крупному водоему; въ томъ и другомъ случаѣ можетъ произойти прорывъ. Подобное явленіе наблюдалось въ Зюдерзее. До 1280 г. оно было озеромъ, а въ этомъ году произошло отъ напора воды два прорыва, и такимъ образомъ явился обширный заливъ. Нѣчто подобное есть также и у насъ. Озеро Сувандо сначала было отдѣлено отъ Ладожскаго, но мало-по-малу уровень воды въ немъ повысился вслѣдствіе большого количества атмосферныхъ осадковъ, и разъ весною вода, выйдя изъ береговъ, направилась къ Ладожскому озеру; такимъ способомъ образовался ручей Тайпала, впадающий нынѣ въ вышеупомянутое озеро. Въ 1818 г. было замѣчено, что отъ заносовъ, которые образовала р. Вуокса у устья, произошло въ ней большое повышеніе воды. На это обстоятельство было обращено вниманіе Финляндскаго правительства. Между другими проектами, предложено было спустить воду въ озеро Сувандо, уровень которого былъ ниже уровня воды въ рекѣ Вуоксѣ. Въ 1857 г. начаты были работы по прорыту канала, но Вуокса не дождалась окончанія работъ, сама прорыла дальнѣйшій путь и направилась чрезъ Сувандо; она отчасти размыла песчаную косу, отдѣлявшую это озеро отъ Ладожскаго, и стала изливаться въ это послѣднее, покинувъ старое устье.

Отложеніе осадка въ моряхъ и океанахъ. — Кромѣ береговыхъ мѣстностей, и въ открытыхъ моряхъ и океанахъ свою очередь при-

носится достаточное количество механически - взъщенного материала. Кроме участія организмовъ, о которыхъ будетъ сказано далѣе, отложеніе осадковъ также можетъ быть обізано чисто механическимъ процессамъ. Амазонская рѣка выносить осадки въ море на разстояніе около 350 географическихъ миль отъ берега; воды этой рѣки узнаются въ морѣ по массѣ мути. Кроме того, измѣренія глубины морей и океановъ и одновременныя съ ними опредѣленія минерального характера осадка показали, что онъ способенъ образоваться на большей части дна этихъ послѣднихъ и что образованіе его подчинено нѣкоторой законности. Такъ изслѣдованіе глубинъ между сѣверными берегами Ирландіи и Полярнымъ моремъ обнаружило измѣненіе въ величинѣ зерна осадка по мѣрѣ удаленія отъ берега въ открытое море, что и должно было предполагать, потому что при большей переносной силѣ, которою обладаетъ вода въ береговой полосѣ, и осадокъ тамъ долженъ быть болѣе крупно-зернистымъ. Извѣстный французскій геологъ Делессъ воспользовался многочисленными измѣреніями глубины и опредѣленіемъ минерального характера осадковъ дна и составилъ нѣсколько литологическихъ картъ дна современныхъ морей и океановъ. Какъ на картѣ морей, окружающихъ Европу, такъ и на картѣ морей, окружающихъ Америку, правильность въ распределеніи осадковъ морского дна выступаетъ крайне рельефно.

Богатые результаты, какъ по изслѣдованию осадковъ дна океана, такъ и органической его жизни, дали многочисленныя экспедиціи послѣдняго времени, а въ особенности экспедиція Челенджера въ Атлантическомъ океанѣ, между Тенерифомъ и островомъ св. Єомы въ Вестъ-Індіи. Изслѣдованіями экспедиціи обнаружено, что скопленія бѣлаго ила, обусловленныя жизнедѣятельностью глобигеринъ (корненожектъ), наблюдаются только до глубины 4,000 метровъ, тогда какъ ниже до глубины 5,600 метровъ была найдена сѣрая и красная глина. На рубежѣ этихъ глинъ и бѣлага ила встрѣчается переходная зона образованій, состоящая одновременно изъ глобигеринового ила и глины. Красная глина обязана своимъ цвѣтомъ окисламъ желѣза и марганца и содержитъ въ себѣ зузы акуль, кости различныхъ водныхъ животныхъ и стяженія окисловъ марганца (браунитъ). Не лишено интереса, что среди зубовъ акуль, найденныхъ въ красной глине, встрѣчены виды уже нынѣ несуществующіе, а жившіе въ предпредшествующую геологическую эпоху (пліоценъ), откуда можно вывести заключеніе какъ о чрезвычайной медленности отложенія красной глины, такъ и о томъ, что сопоставлять ее по мощности съ другими морскими отложеніями крайне трудно. Микроскопическое изслѣдованіе красной глины приводить къ заключенію, что она обязана своимъ происхожденіемъ главнымъ образомъ вулканическимъ образованіямъ и есть продуктъ разложенія, въ особенности пемзы, которая представляетъ сильно-пористое вулканическое стекло, могущее долгое время плавать на поверхности воды и переноситься на значительныя разстоянія. Химическое изслѣдованіе красной глины обнаружило въ ней кремнеземъ, глиноземъ, окислы желѣза и марганца; рядомъ съ этими господствующими элементами найдены также кобальтъ, никель и мѣдь, что заставляетъ допу-

стить, что и метеорная пыль играет некоторую роль при образовании красной глины океана. Были также высказываемы мнѣнія, согласно которымъ красная глина океана есть или продуктъ материковыхъ образованій, занесенныхъ рѣками, или остатокъ отъ полного разложения морскихъ раковинъ, представляющій собою ихъ нерастворимую часть. Послѣднее мнѣніе имѣеть однако весьма мало основаній и значительно вѣроятнѣе видѣть въ красной глины отчасти разложившіеся вулканические продукты, отчасти, быть можетъ, принесенный осадокъ съ материковъ. Тѣмъ не менѣе экспедиція Челенджера обнаружила интересное участіе вулканической дѣятельности въ образованіи осадковъ, происходящихъ въ глубокихъ мѣстахъ океана.

Прибрежные осадки.		Пелагические осадки.	
Осадки прибрежий океаническихъ острововъ.	Песчаная зона.	Песокъ, гравій и валуны.	Красная глина глубокихъ мѣстъ океана.
	Илистая зона.	Синеватый иль. Зеленоватый иль и песокъ.	
Осадки прибрежий океаническихъ острововъ.	Зона океаниче- скихъ острововъ.	Красноватый иль. Коралловый иль и песокъ.	Глобигериновый иль. Птероподовый иль.
		Кораллический иль и песокъ. Вулканические рыхлые про- ductы.	Діатомовый иль. Радіоляріевый иль.

Въ настоящее время всѣ осадки морей довольно легко подраздѣляются на прибрежные и пелагические. Первые обязаны происхождениемъ горнымъ породамъ береговъ и занимаютъ вокругъ материка полосу отъ 60—300 миль шириной въ зависимости отъ глубины, хотя въ отдельныхъ случаяхъ находили ихъ и дальше отъ берега. Прибрежные осадки въ свою очередь подраздѣляются на двѣ зоны: ближайшая отъ берега—можетъ быть названа песчаною и состоять изъ валуновъ, галечника и песка, происшедшихъ на счетъ сосѣдней береговой породы; вторая, болѣе отдаленная — илистая зона, состоять изъ тонкаго ила. Этотъ послѣдній въ свою очередь подраздѣляются на три группы: собственно континентальный иль, представляющій разности въ цвѣтѣ (синеватый, зеленоватый и красный), вулканические рыхлые продукты, окаймляющіе вулканическія острова, и коралловый и кораллический иль и песокъ, являющіеся вокругъ коралловыхъ сооруженій. Пелагические осадки происходятъ вдали отъ берега и не находятся въ зависимости отъ береговыхъ горныхъ породъ. Ихъ образователемъ является или

жизнедѣятельность организмовъ или продукты вулканической дѣятельности, какъ обѣ этомъ уже сказано выше. Главныя площади пелагическихъ отложенийъ въ Атлантическомъ и Тихомъ океанѣ заняты красною глиною. Осадки дна морей и океановъ представлены въ видѣ вышеприведенной таблицы (см. стр. 88).

Вода въ твердомъ состояніи.

ЛЕДЪ РѢКЪ, ОЗЕРЪ, МОРЕЙ И ОКЕАНОВЪ.

Вода проявляетъ разрушительное дѣйствіе не только въ жидкомъ, но и въ твердомъ состояніи. Въ тѣхъ мѣстахъ, где температура низка, является возможность образованія льда. Въ рѣкахъ Сибири не рѣдкость образованіе льдинъ толщиною отъ 1—2,4 метровъ. Подъ влияніемъ сильныхъ морозовъ въ полярныхъ моряхъ образуются льдины отъ 2—7 метровъ толщиною. Небольшія рѣки въ сѣверныхъ широтахъ могутъ промерзать до дна, въ ледѣ при этомъ будуть вмерзать находящіеся на днѣ камни, песокъ и пр., которые весною, при всипливаніи льдины на поверхность воды, будутъ уноситься въ море. По южному побережью Бѣлого моря явленіе это совершается во всей силѣ: все побережье при устьяхъ даже небольшихъ рѣчекъ и потоковъ на дальнее разстояніе отъ берега завалено камнями въ громадномъ количествѣ и часто, среди совершенно лишенной камней отмели, такія скопленія даютъ возможность во время отлива, находясь далеко отъ берега, узнать, что здѣсь впадаетъ рѣчка или ручей.

Если такое огромное количество валуновъ выносится въ мелкихъ рѣкахъ, то въ крупныхъ переносъ еще грандіознѣе, особенно, если принять во вниманіе совмѣстное дѣйствіе воды и льда. У рѣкъ, текущихъ на сѣверъ, часто вскрытие начинается съ верховьевъ, когда въ низовьяхъ стоитъ еще ледъ, это послѣднее обстоятельство вызываетъ въ верховьяхъ сильное наводненіе: вода, скопившаяся здѣсь и встрѣчающая во льду сильное препятствіе, наконецъ взламываетъ его и съ страшной силой уносить въ море вмѣстѣ съ тѣми обломками, которые въ него вмерзли. Сила, съ которой дѣйствуетъ ледъ, бываетъ иногда поразительна. На р. св. Лаврентія зимой ледъ оковалъ каменные быки моста; при вскрытии верховьевъ, мостъ былъ разрушенъ, и одинъ изъ обломковъ устоя отнесенъ на 7 миль отъ своего прежняго мѣста.

Весьма интересный примѣръ вскрытия рѣки съ образованіемъ такъ называемыхъ ледяныхъ зажоръ или заторъ представила р. Сясь, впадающая въ Ладожское озеро. Вслѣдствіе быстраго таянія льда весною 1881 г. масса воды, скопившейся въ верховьяхъ, хлынула внизу и, въ 20-ти километрахъ отъ устья р. Сяси, принесенный ею ледъ, забившись подъ ледъ, еще находящійся на рѣкѣ, образовалъ зажору или

заторь. Эта естественная ледяная плотина обусловила поднятіе воды выше зажоры до 8 метровъ надъ ординаромъ. Цѣлый день зажора сдерживала воду, но, наконецъ, была прорвана. Масса воды со льдомъ, послѣ прорыва, понеслась по теченію и, не доходя 10-ти километровъ до устья, образовала новую зажору. Эта зажора опять подняла воду, опять образовался прорывъ, и новый запасъ воды и льда понесся по теченію. Но такъ какъ Ладожское озеро было покрыто сплошнымъ льдомъ, то нахлынувшая съ рѣки вода встрѣтила въ немъ препятствіе и на рѣчномъ барѣ по всей ширинѣ устья рѣки образовался третій зажоръ съ поднятіемъ воды въ рѣкѣ выше 6 метровъ. Каждая изъ вышеописанныхъ зажоръ, обусловившая подъемъ воды, въ то же время причиняла сильные разливы; воды рѣки захватывали цѣлые дома и при прорывѣ несли ихъ въ озеро. Чтобы представить себѣ силу напора воды со льдомъ, достаточно сказать, что находящаяся при устьѣ р. Сяси, на длинномъ мысѣ, толстая чугунная тумба для прикрепленія къ ней судовъ, послѣ прорыва послѣдней зажоры, явилась срѣзанною какъ бы ножемъ. Подобныя зажоры случаются и на другихъ рѣкахъ, вскрывающихся въ верховья раньше, чѣмъ въ низовья, и могутъ причинять значительныя опустошенія окрестностей, а потому необходима борьба съ этимъ явленіемъ.

Переносъ камней льдомъ наблюдается и въ побережьяхъ морей; въ сѣверномъ побережье Финского залива, во время зимы, подъ влияниемъ воды, замерзшей въ трещинахъ горныхъ породъ, на лѣдъ обваливаются обломки, которые затѣмъ, при вскрытии льда, на лѣдинахъ уносятся въ море. Такой переносъ доказывается наблюденіями надъ островомъ Лавенъ-сари. Это — небольшой островъ, лежащий при выходѣ Финского залива въ Балтійское море. Въ 1694 г. онъ имѣлъ два каменныхъ рифа, а теперь такихъ рифовъ вокругъ острова три, т.-е. въ сравнительно небольшой промежутокъ времени образовался новый рифъ.



Фиг. 50. Валуны, выброшенные вмѣстѣ со льдомъ у Ревеля (Петцольдъ).

Извѣстны факты прямого путешествія лѣдинъ съ обломками скаль съ сѣверного побережья Финского залива на южное. Побережье Эстляндіи покрыто

многочисленными валунами, которые произошли отчасти отъ размыванія мѣстныхъ осадковъ, отчасти были принесены льдомъ. Такъ Вангенгеймъ фонъ-Кваленъ сообщаетъ о такомъ перенесеніи — котораго онъ былъ свидѣтелемъ — валуновъ нижнею поверхностью лѣдинъ. Съ другой стороны Петцольдъ наблюдалъ въ окрестностяхъ Ревеля огромные валуны гранита — рапакиви, который встрѣчается только въ Финляндіи, выброшенные вмѣстѣ со льдами послѣ бури на берегъ. Изображенный имъ рисунокъ (фиг. 50), гдѣ валуны лежать на обломкахъ льда, не оставляетъ никакого сомнѣнія въ томъ, что валуны принесены лѣдинами и выброшены вмѣстѣ съ этими послѣдними бурею на берегъ.

По берегамъ Ледовитаго океана образуются огромныя массы льда, которыя промышленниками зовутся торосами. Если торосъ образуется у утесистаго и крутого берега, то на него могутъ падать, подъ вліяніемъ сильныхъ морозовъ, каменные глыбы, которыя затѣмъ при оттепеляхъ уносятся въ море. При бурѣ эти обломки иногда возвращаются на берегъ. Такъ, Кейзерлингъ, при устьѣ Печоры, наблюдалъ такой случай: льдина съ силой была выброшена на берегъ, прошла по берегу въ лѣсъ, произвела въ немъ опустошеніе и, оттаивъ тамъ, оставила каменную глыбу въ нѣсколько десятковъ пудовъ вѣсомъ.

ЛЕДНИКИ ИЛИ ГЛЕТЧЕРЫ.

Такъ какъ температура понижается по мѣрѣ повышенія мѣстности надъ уровнемъ моря, то надо допустить, что существуетъ высота, на которой температура равна точкѣ замерзанія воды, и что выше температура должна быть все ниже и ниже; вода въ этихъ мѣстностяхъ выпадаетъ исключительно въ видѣ снѣга. Предѣль, выше которого вода выпадаетъ въ твердомъ состояніи, называется плоскостью вѣчнаго снѣга, а пересѣченіе этой плоскости въ данной мѣстности съ вертикальной плоскостью называется снѣговою линіей. Прямые наблюденія показываютъ, что абсолютная высота нижней границы снѣга колеблется въ зависимости отъ мѣсячныхъ колебаній температуры. Такъ, наблюденія на Сентисѣ (2,504 метровъ надъ уровнемъ мора, 47° с. ш., Швейцарскія Альпы) въ теченіе тридцати лѣть дали слѣдующіе результаты:

1	треть марта	690	метр.	3	треть сентября	2030	метр.
2	" "	730	"	1	" октября	1980	"
3	" "	780	"	2	" "	1730	"
1	" апрѣля	810	"	3	" "	1510	"
2	" "	900	"	1	" ноября	1190	"
3	" "	1020	"	2	" "	1000	"
1	" мая	1220	"	3	" "	870	"
2	" "	1250	"	1	" декабря	820	"
3	" "	1470	"	2	" "	740	"
1	" юна	1750	"	3	" " до 1 марта всѣ		
2	" "	1930	"				
3	" "	2060	"				
1	" юля	2340	"				
2	" "	2504	"				

вершина свободна отъ снѣговъ до сентября.

Относительная высота снѣговой линіи вообще зависитъ отъ географической широты мѣста: по мѣрѣ удаленія отъ полюса къ экватору высота снѣговой линіи увеличивается. Впрочемъ, какъ видно изъ ниже-приведенныхъ цифръ, кроме широты, на высоту ея оказываютъ вліяніе и другія обстоятельства, къ числу которыхъ должно отнести свойства господствующихъ вѣтровъ, влажность или сухость климата, близость обшир-

ныхъ пространствъ суши, присутствіе по близости моря и т. д. Въ Альпахъ снѣговая линія значительно поднимается къ востоку, хотя западная и восточная Альпы лежать приблизительно на одной широтѣ. Объясняютъ это тѣмъ, что восточные Альпы лежать дальше отъ моря, которое вообще понижаетъ высоту снѣговой линіи, тогда какъ материки ее повышаютъ. Такое же заключеніе можно сдѣлать относительно снѣговой линіи щели Кавказскихъ горъ и высоты ея на Арапатѣ.

Высота снѣговой линіи и образованіе ледниковъ.

Высота снѣговой линіи
надъ уровнемъ моря.

На Землѣ Франца Йосифа . подъ	82°	с. ш.—	100—300?	метр.
” Шпицбергенѣ . . . ”	76°55'—77°	” ” —	460	”
Въ зап. Гренландіи . . . ”	72—74°	” ” —	900—1000	”
На Новой Землѣ . . . ”	73°30'	” ” —	600—1000	”
” Янъ-Майенѣ . . . ”	71°	” ” —	800	”
Въ Норвегіи ”	70°	” ” —	884—1020	”
” ” ” ” ”	67°	” ” —	1010—1330	”
” ” ” ” ”	61°38'	” ” —	1300—1450	”
” Камчаткѣ ”	56°40'	” ” —	1600	”
На Алтаѣ сѣв. скл. . . ”	51°	” ” —	2200	”
” ” южн. скл. . . ”	49°	” ” —	2600	”
” Альпахъ центральн. . . ”	47°	” ” —	2820	”
” ” швейцарск. . . ”	47°	” ” —	2800—2750	”
” ” Монть-Бланъ. ”	46°45'	” ” —	2860—3100	”
” Кавказѣ зап. часть . . ”	43°	” ” —	2900—3600	”
” ” сѣвер. скл. . . ”	43	” ” —	3300—3900	”
” ” восточ. часть. ”	41°	” ” —	4300	”
” Арапатѣ ”	39°42'	” ” —	4250—4300	”
” Энтиѣ ”	37°30'	” ” —	2900	”
” Куэнлунѣ ”	36°	” ” —	4800—6000	”
Въ юго-восточ. Тибетѣ. . ”	30°	” ” —	5700—6000	”
” Гималаяхъ сѣв. скл. . ”	28°	” ” —	4800	”
” ” южн. ” . ”	27°	” ” —	4900	”
На Попокатепетлѣ . . . ”	18°	” ” —	4700	”
” Сиerra Невадѣ(юж. Ам.) ”	10°57'	” ” —	4690	”
” Колумбіи (юж. Ам.) . ”	4°46'	” ” —	4670	”
” Квіто, восточ. бер. . ”	0°	” ” —	4700—4860	”
Въ Андахъ, Боливія, в. скл. ”	16°	юж. ш.—	4850—5040	”
” ” ” зап. ” . ”	16	” ” —	5620	”
На Континентѣ Викторія (юж. полюсъ) . . ”	70—78°	” ” —	0	”

Въ Альпахъ снѣгъ, выпавшій до высоты приблизительно 3,840 метровъ (12,600 ф.), остается безъ измѣненія; но ниже этой высоты, вслѣдствіе

дневного таянія и ночного смерзанія онъ переходитъ въ зернистую, болѣе или менѣе сплошную массу, которую принято называть фирмомъ. Пространства же въ горахъ, покрытыя фирмомъ, называются снѣжными полями или снѣжными морями. По наблюденіямъ Чуди, въ Альпахъ, выше 3,300 метровъ выпадаетъ ничтожное количество снѣга, главная же его масса осаждается изъ облаковъ на высотѣ отъ 2,300 до 2,600 метровъ; то же подтверждается и Сѣверцевъ своими наблюденіями въ горахъ центральной Азіи.

Скопленіе воды въ твердомъ видѣ на горахъ съ каждымъ годомъ должно было бы значительно увеличивать высоту горныхъ вершинъ, еслибы природа не практиковала известныхъ способовъ разгрузки этого



Фиг. 51. Общий видъ Альпийского ледника.

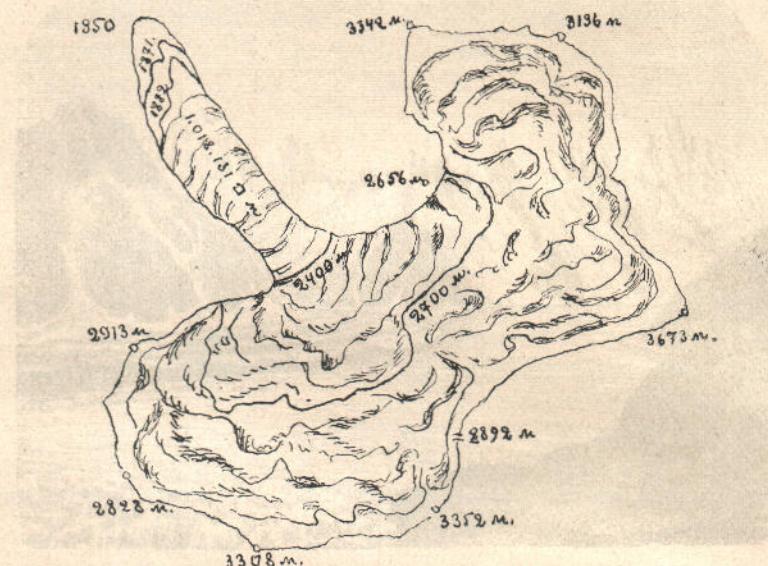
постоянно накапливающагося материала. Такая разгрузка идетъ двумя способами: лавинами и ледниками или глетчерами.

Подъ именемъ лавинъ понимаютъ обваливающіяся съ крутыхъ склоновъ массы снѣга и льда, причемъ материалъ для нихъ скапливается на горахъ съ значительной и обширною вершиною. Лавины, стремясь внизъ, прорываютъ себѣ обыкновенно рытвины и достигаютъ часто весьма низкихъ и заселенныхъ мѣсть долины, причиняя иногда значительные опустошенія. Количество скатывающихся лавинъ съ нѣкоторыхъ горъ громадно. Съ одного Ст. Готарда этимъ путемъ идетъ разгрузка около 325 миллионовъ куб. метровъ снѣга и льда въ годъ. По характеру происхожденія лавинъ ихъ подраздѣляютъ на нѣсколько категорій (зимнія, весеннія, ледниковые и градовые лавины). Онѣ составляютъ обычное и нормальное явленіе во всей области Альпъ, Пиренеевъ и другихъ горъ.

Подъ вліяніемъ давленія вновь выпавшаго снѣга и пластичности, присущей водѣ въ твердомъ состояніи, фирмъ переходитъ въ

состояніе компактное и тягучее. Этой новой разности даютъ наименование глетчерного льда. Масса глетчерного льда постоянно сползаетъ по широкимъ и глубокимъ долинамъ въ мѣстности, лежащей ниже снѣговой линіи. Она медленно пролагаетъ себѣ путь по долинамъ въ видѣ ледяныхъ рѣкъ, которыхъ называются ледниками или глетчарами¹⁾.

Для образованія ледниковъ необходимы извѣстныя орографическія особенности данной горной цѣпи, такъ какъ извѣстно, что съ вершинъ нѣкоторыхъ горъ, высоко поднимающихся надъ снѣговою линіею, всетаки ледники не спускаются. Здѣсь, какъ, напр., на нѣкоторыхъ вершинахъ Алтая и Альпъ, вся дѣятельность исключительно исчерпывается образованіемъ кольца, окружающаго снѣговую линію и состоящаго изъ фирна.



Фиг. 52. Фирновое поле и верхне-зульцбахскій ледникъ.

Такому кольцу даютъ въ Альпахъ наименование фирмового глетчера. Въ зависимости отъ орографіи страны Геймъ даже подраздѣляетъ ледники на: альпійские, скандинавскіе и гренландскіе. Альпійскіе ледники выходятъ изъ областей горъ, обильныхъ котловинами и изрѣзанныхъ многочисленными долинами. Скандинавскіе спускаются съ платообразныхъ горъ, среди которыхъ долинъ мало, и, наконецъ, гренландскіе выходятъ изъ-подъ сплошныхъ и однообразныхъ ледяныхъ покрововъ, заковывающихъ собою полярныя страны. Почти всѣ ледники двигаются въ глубокихъ долинахъ, начинающихся у ледниковъ альпійского типа, на верху расширеніемъ или котловиной, лежащей среди горъ и своими запасами снѣга питающей выходящіе изъ нихъ ледники. Весьма часто

¹⁾ Для русской терминологии не лишено интереса мѣстное название ледниковъ на Алтаѣ, гдѣ ихъ простой народъ называетъ „ледовиками“.

такія котловины имѣютъ форму, напоминающую циркъ, съ отвѣсными, расположеными уступами стѣнами. Вотъ почему за такими образованіями и сохраняютъ наименование цирка (въ Скандинавіи—ботнеръ, въ Тироль—карэ). Происхожденіе цирковъ въ сущности мало извѣстно; обыкновенно объясняютъ его разрушающимъ дѣйствіемъ воды и атмосферы; нѣкоторые ученые призываютъ на помощь и дѣятельность льда, допуская, что, во время наибольшаго развитія въ данной странѣ ледниковъ, эти послѣдніе спускались съ окружающихъ циркъ скаль, обтачивали и обрабатывали эти послѣднія, придавая всей котловинѣ форму цирка. Иногда нѣсколько цирковъ, сливаясь между собою, питаются какой-нибудь одинъ ледникъ (фиг. 52). Итакъ, со стороны орографіи необходимо для образованія ледниковъ нахожденіе на вершинахъ горъ болѣе или менѣе значительныхъ котловинъ или цирковъ, изъ которыхъ выходили бы долины.

Еще Соссюръ отличилъ въ альпійскихъ ледникахъ два порядка. Ледники первого порядка, или, какъ ихъ называетъ Гохштеттеръ, ледники долинъ, представляютъ большие потоки льда, выполняющіе долины, и состоять изъ плотнаго льда. Ледники второго порядка или глетчеры высокихъ мѣстъ, висячіе или фирновые ледники (*Jochgletscher*—Гохштеттера), не представляютъ значительныхъ потоковъ и состоять изъ рыхлого льда, а иногда и изъ фирна, рѣдко вступаютъ въ долины, а большею частью висятъ на крутомъ склонѣ горы. Впрочемъ, проводить рѣзкую границу между ледниками этихъ двухъ порядковъ нельзя, такъ какъ существуетъ нѣсколько переходныхъ формъ. Въ альпійской горной цѣпи по настоящее время въ общемъ принимаютъ число ледниковъ до 2000, предполагая нѣсколько еще неизвѣстныхъ изъ II порядка. До сихъ поръ извѣстно слѣдующее количество:

	Глетчеры I порядка.	Глетчеры II порядка.	Сумма.
Франція	25	119	144
Италія	15	63	78
Швейцарія	138	333	471
Австрія	71	391	462
Во всѣхъ Альпахъ	249	906	1155

Въ зависимости отъ размѣровъ скопленій снѣга и фирна въ котловинахъ или циркахъ, должны быть различны и размѣры выходящихъ изъ нихъ ледниковъ. Въ прилагаемой таблицѣ приведены размѣры нѣкоторыхъ альпійскихъ ледниковъ, а также абсолютная высота ихъ нижнихъ концовъ.

Название ледниковъ.	Поверхность всѣго ледника въ кв. килм.	Поверхность ледниковаго потока въ кв. килм.	Длина со-вокупнаго ледника въ килм.	Длина ледниковаго потока въ килм.	Ширина ледника въ срединѣ въ мѣр.	Абсолютн. высота нижняго конца въ метр.
Ледяное море	30,13	11,65	14,5	9,0	1000	1125—1150
Горнерскій	49,0	20,0	15,0	8,5	—	1840
Алѣтскій	99,54	29,45	24	16,5	1800	1353
Нижній Гриндевальскій	28	8,5	9,75	7,5	300—800	1080
Ронскій	18,63	5,07	10,5	5,0	—	1777

Въ странахъ полярныхъ ледники могутъ достигать значительно большихъ размѣровъ, достаточно указать на ледникъ Гумбольдта, имѣющій до 118 километровъ ширины. Насколько измѣнчива длина и ширина ледниковъ, настолько же различна и толщина ихъ. Правда, для измѣренія этой послѣдней имѣется менѣе средствъ, чѣмъ для опредѣленія длины и ширины. Тѣмъ не менѣе въ ледникахъ II порядка часто наблюдаются трещины, достигающія дна, по которымъ возможно опредѣлить ихъ толщину; такія измѣренія для вышеуказанныхъ ледниковъ дали величины отъ 10—50 метровъ. Измѣрить толщину ледниковъ I порядка труднѣе: трещины въ нихъ рѣдко достигаютъ дна. Измѣренія, какъ глубины трещинъ, такъ и непосредственно нижняго конца ледника, даютъ величины отъ 200—400 метровъ. Понятно, что въ ледникахъ полярныхъ странъ и толщина должна представлять размѣры много большіе, чѣмъ въ ледникахъ альпійскихъ. Измѣрить непосредственно толщину этихъ ледниковъ нельзя, но можно судить о ней, какъ увидимъ далѣе, по нѣкоторымъ косвеннымъ даннымъ. Тѣмъ не менѣе имѣющіяся данныя о ледникахъ альпійскихъ странъ свидѣтельствуютъ о громадной массѣ льда, находящейся въ ледникахъ. Геймъ для алѣтскаго глетчера (Тирольскія Альпы) вычислялъ количество льда, принимая во вниманіе длину отъ предѣловъ фирна, и нашелъ объемъ его равнымъ 10.800,000,000 куб. метровъ. По вычисленію англійскихъ ученыхъ изъ льда горнерскаго ледника можно было бы построить три такихъ города, какъ Лондонъ.

Уголъ склона, по которому ледникъ сползаетъ внизъ по долинѣ, измѣняется въ широкихъ предѣлахъ въ альпійскихъ ледникахъ. Опредѣлить непосредственно этотъ уголъ нельзѧ, такъ какъ долина выполнена льдомъ; приблизиться къ его опредѣленію можно, измѣряя уголъ склона поверхности ледника. Такія измѣренія на большихъ альпійскихъ ледникахъ обыкновенно даютъ величины отъ 3, 4, 5 и 6° , и не болѣе 10° , крайне рѣдко въ такихъ ледникахъ опредѣляютъ уголъ въ $20—30^{\circ}$, или, какъ нашелъ въ нѣкоторыхъ ледникахъ области Аары Агассисъ, даже до 49° . Изъ самаго способа происхожденія ледниковъ надо прійти къ заключенію, что уголъ склона въ различныхъ мѣстахъ теченія ледника долженъ измѣняться, что и доказано для альпійскихъ ледниковъ.

Конечно, вышеуказанныя величина угла склона должна сильно увеличиваться тамъ, гдѣ ледникъ встречаетъ крутые склоны,—тамъ онъ очевидно долженъ явиться въ формѣ какъ бы замерзшаго водопада. Иногда такія мѣста на леднике служатъ мѣстами образования лавинъ, т.-е., изломанный ледъ ледника, освобождаясь въ формѣ болѣе или менѣе крупныхъ кусковъ, отрывается и съ значительной быстротою несется внизъ по долинѣ.

Сползая по крутымъ склонамъ и пропастямъ или пролагая себѣ путь сквозь узкія ущелья, ледъ ледниковъ, несмотря на свою пластичность, иногда взламывается, приподнимается и принимаетъ вслѣдствіе этого самыя фантастическія и живописныя формы съ высокими пиками и шпицами, горделиво выступающими надъ общимъ уровнемъ. Эти—то блеснѣжныя, то голубовато-зеленые массы льда часто представляютъ рѣзкій контрастъ съ темно-зеленымъ фономъ сосѣдней растительности. „Ледяное море“ Монблана не только бываетъ иногда окружено цвѣтующими дикими рододендронами, но сползаетъ еще ниже въ воздѣланныя мѣстности и надвигается на поля, гдѣ рядомъ съ хижиной крестьянина растетъ табакъ. Впрочемъ, такъ низко альпійскіе ледники рѣдко спускаются: обыкновенно ихъ нижній конецъ не опускается ниже 1000 метровъ надъ уровнемъ моря. Такъ напр., нижній конецъ нижне-гриндельвальского ледника лежитъ на высотѣ 1080 метровъ. Болѣе низкому сползанію альпійскихъ ледниковъ положень предѣлъ въ средней температурѣ воздуха, подъ влияніемъ которой происходитъ окончательное стаиваніе ледника, несмотря на то, что сверху постоянно прибываютъ новые запасы льда. Таинственное уравновѣшиваетъ постоянную надбавку, поступающую изъ вышележащаго резервуара.

Движеніе ледниковъ и причины его.—Фактъ движенія ледниковъ былъ известенъ давно, на него указывалъ одинъ изъ первыхъ изслѣдователей ледниковъ знаменитый Соссюръ, но первыя цифровыя данныя объ этомъ движеніи доставилъ Гюги. Гюги выстроилъ въ 1827 году на Аарскомъ леднике хижину и опредѣлилъ ея положеніе. По наблюденіямъ, произведеннымъ черезъ три года, оказалось, что она передвинулась внизъ на 100 метровъ. Съ сороковыхъ годовъ нынѣшняго столѣтія многочисленныя изслѣдованія Агассиса, Джемса Форбеса, Эшера фанъ-деръ-Линта, Джона Тиндаля, Шарпантье, Шлягингтвайта, Севе, Гродъ, Дюпре и многихъ другихъ, а въ послѣднее время энергичная дѣятельность по изученію ледниковъ, обнаруженная членами альпійского клуба, установили окончательно законы, управляющіе движениемъ ледниковъ.

Еще Форбесъ сдѣлалъ предположеніе, что законы эти весьма близко подходятъ къ законамъ, управляющимъ теченіемъ рекъ; что ледники двигаются быстрѣе въ срединѣ, чѣмъ по бокамъ и гораздо быстрѣе на поверхности, чѣмъ близъ дна. Этотъ фактъ былъ проверенъ Тиндалемъ посредствомъ тщательной разстановки по льду большого количества вѣхъ, расположенныхъ поперекъ ледника по прямой линіи, которая, по мѣрѣ движенія ледника, постепенно перешла въ красивую кривую,

средняя выпуклая часть которой была обращена къ нижней оконечности глетчера и показывала, что скорость въ этомъ мѣстѣ была больше скорости боковыхъ частей. Подобные результаты были получены и прямымъ наблюденіемъ надъ поступательнымъ движениемъ ледника при помощи камней, первоначально разложенныхъ по направлению прямой линіи и иногда даже окрашиваемыхъ въ различные цвета. Сходство движениія льда въ ледникахъ съ теченіемъ воды въ рекѣ по Тиндалю особенно рѣзко въ тѣхъ мѣстахъ где ледяной потокъ дѣлаетъ крутие изгибы; точно также и здѣсь линія наибольшей скорости теченія уклоняется въ сторону изгиба, какъ и въ рекахъ. Такія наблюденія показали, что скорость поступательного движениія ночью почти такая же, какъ и днемъ, и что зимою ледникъ движется медленнѣе отъ 2 до 5 разъ. Для „Ледяного моря“ среднее ежедневное поступательное движение опредѣлено въ декабрѣ въ 0,290 метра, тогда какъ въ юль—1,323 метра.

Изъ наблюденій можно видѣть, что скорость поступательного движениія ледника бываетъ неодинакова въ различныя времена дня. Въ леднике „Ледяное море“ она иногда колебалась въ предѣлахъ отъ 0,217 до 0,687 метровъ ежедневно, въ нижне-аарскомъ—отъ 0,14 до 0,211*). Для показанія различія въ поступательномъ движениіи ледника у береговъ и въ срединѣ приводимъ наблюденія Тиндаля надъ скоростью движения „Ледяного моря“ у Трелапортского ущелья (№ 1 вѣха близъ западнаго берега долины, № 15—близъ восточнаго):

№№ вѣхъ.														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Скорость въ 24 часа въ метрахъ.														
0,286	0,343	0,324	0,381	0,387	0,406	0,438	0,489	0,502	0,483	0,495	0,445	0,406	0,375	0,254

Большіе гренландскіе ледники представляютъ ежедневную скорость поступательного движениія много большую, чѣмъ въ альпійскихъ, норвежскихъ и другихъ ледникахъ. Эта скорость на нѣкоторыхъ ледникахъ колеблется въ предѣлахъ отъ 3,1 до 20 метровъ въ сутки, что, конечно, значительно превосходитъ скорость болѣе мелкихъ ледниковыхъ. Во всякомъ случаѣ вышеприведенные данныя приводятъ къ заключенію, что ледъ ледниковыхъ представляетъ массу трудно-текущую и уступающую водѣ въ скорости теченія въ 80—100 миллионовъ разъ.

Не такъ легко было установить истинную причину движениія ледниковыхъ. Соссюръ полагалъ, что достаточно одного вѣса льда для того, чтобы ледникъ скользилъ по склону долины, особенно еслибы этому скользящему движению помогала вода, текущая подо льдомъ. Эту теорію, основанную на тяжести, Шарпантѣ и за нимъ Агассисъ замѣнили гипотезой расширѣнія. Они утверждали, что ледникъ, ставшая днемъ на своей поверхности, наполняется водою, всасываемою безчисленными трещинами и трубочками, которыми онъ пропитанъ. Эта вода въ теченіе

*.) Въ Швейцаріи есть ледникъ Рофенъ-Вернагтъ, который периодически обнаруживаетъ поразительно быстрое движениѣ. Въ юнѣ 1845 года скорость его движениія была настолько значительна, что ее можно было наблюдать невооруженнымъ глазомъ.

холодной ночи, замерзая, расширяется, причемъ происходит расширение и всей ледяной массы, проявляющей при этомъ столь громадную силу, что она, стремясь выдвинуть ледникъ по направлению наименьшаго сопротивленія, обусловливаетъ передвиженіе всего глетчера впередъ, т.-е. внизъ по долинѣ.

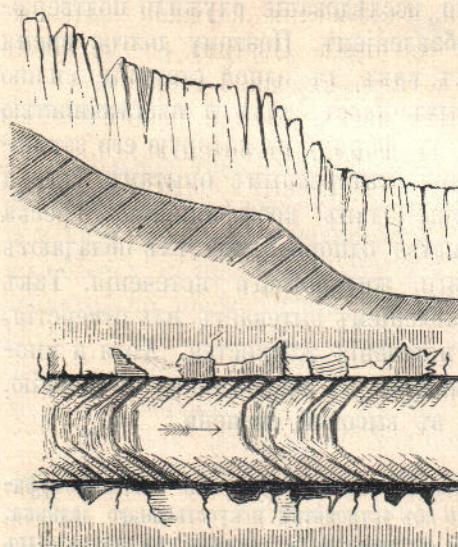
Гопкинсъ однако показалъ, что треніе, которое приходится претерпѣвать леднику о ложе долины, такъ значительно, что произошла бы остановка движенія особенно въ узкихъ ущельяхъ, еслибы ледъ двигался только въ силу расширения, обусловленного переходомъ воды изъ жидкаго состоянія въ твердое.

Тиндалль, руководствуясь опытами Кристи, занялся изученіемъ свойствъ льда и особенно его пластичности. Кристи, какъ известно, наливалъ воду въ бомбу и замораживалъ ее. Такъ какъ вода въ твердомъ состояніи занимаетъ большее пространство, чѣмъ въ жидкому, то изъ отверстія бомбы, послѣ замораживанія, долженъ выйти избытокъ льда. Вода въ бомбѣ замерзала слоями отъ периферіи къ центру, и еслибы ледъ не обладалъ пластичностью, должно было бы ожидать, что избытокъ льда явится въ видѣ отдѣльныхъ кусковъ, но оказалось, что былъ выдавленъ изъ отверстія бомбы совершенно однородный ледяной цилиндръ, что доказало пластичность льда. Тиндалль вытягивалъ ледъ въ брусья, въ кольца, завязывалъ въ узлы и доказалъ, что его можно заставить принять какую-угодно форму, особенно при температурѣ, близкой къ точкѣ таянія. Это изслѣдованіе служило подтвержденіемъ гипотезы Соссюра и ея добавленіемъ. Поэтому долгое время объясняли движеніе льда въ глетчерахъ какъ, съ одной стороны, силою тяжести скапляющихся выше снѣговыхъ массъ, такъ и пластичностью льда, принимающаго подъ давленіемъ ту форму, въ которую его заключаютъ. Въ настоящее время, благодаря интереснымъ опытамъ Треска и Спринга, долженъ быть введенъ еще одинъ коэффиціентъ. Треска рядомъ опытовъ показалъ, что большинство однородныхъ тѣлъ обладаютъ особою способностью, такъ называемаго, жидкостнаго истеченія. Такъ напримѣръ, свинецъ подъ высокимъ давленіемъ вытекаетъ изъ отверстія, подчиняясь обыкновеннымъ законамъ истеченія жидкостей. Хотя и многія тѣла способны при извѣстныхъ условіяхъ къ жидкостному истеченію, но ледъ обладаетъ этой способностью въ высокой степени.

Когда, для объясненія движенія ледниковъ, былъ введенъ еще новый коэффиціентъ—жидкостное истеченіе, возникла мысль объ устройствѣ искусственнаго ледника, на которомъ можно было бы изучать законы, управляющіе движеніемъ природныхъ ледниковъ. Только въ послѣднее время случайно было открыто вещество, пригодное для устройства искусственнаго ледника—это обыкновенный сапожный варъ. Свойствами вара можно воспользоваться, приготовивъ предварительно изъ гипса горку, имѣющую на вершинѣ одинъ, или нѣсколько цирковъ, и проведя изъ нихъ тщательно пронивелированныя долины. Наполнивъ цирки кусочками вара, можно наблюдать, что чрезъ нѣсколько дней они слежатся въ сплошную массу и масса эта выступить въ формѣ потока по долинамъ. Правда, движеніе идетъ при обыкновенной комнатной температурѣ не скоро, но во всякомъ случаѣ легко наблюдать, что и здѣсь средина движется быстрѣе краевъ, какъ и въ настоящемъ леднике. Это видно по формѣ морщинъ

или складокъ, образующихся во многихъ мѣстахъ на поверхности вара; складки изгибаются дугообразно и дуги направлены въ сторону движения ледника; то же явление можно наблюдать при помощи прямыхъ линій, проведенныхъ краской поперекъ искусственного ледника, которая черезъ нѣкоторое время становится изогнутыми; измѣряя постепенные ихъ измѣненія, можно вывести заключеніе о характерѣ и скорости движения ледника. По наблюденіямъ оказалось, что при комнатной температурѣ варъ спускается среднимъ числомъ на 0,4 м. въ сутки; величина эта непостоянна, что зависитъ отъ двухъ причинъ: отъ крутизны склона, по которому спускается ледникъ, и отъ температуры. Переизмѣна температуры производить измѣненіе въ скорости движения вара. Оно и въ дѣйствительности такъ, — въ настоящихъ ледникахъ, какъ видѣли выше, зимою движение въ 2—5 разъ медленнѣе, чѣмъ лѣтомъ. Искусственный ледникъ представляется также большія удобства для изученія влиянія склона на движение, къ чему рѣшительно не представляется возможности въ естественныхъ ледникахъ. При наполненіи долинъ варомъ, наблюдалось, что при переходѣ съ пологаго склона на крутой — ледникъ не сразу измѣняетъ скорость движения, а движется сначала съ прежней скоростью, которая начинаетъ увеличиваться лишь въ концѣ склона, но зато онъ сохраняетъ эту увеличенную скорость нѣкоторое время и на пологомъ склонѣ, который слѣдовалъ за крутымъ и т. д. Томсонъ изслѣдовалъ способность вара къ жидкостному истечению и показалъ, что она развита въ немъ до высшей степени. Онъ клалъ на дно стакана нѣсколько пробокъ, на нихъ лепешку вара, а на лепешку нѣсколько свинцовыхъ пуль, въ стаканъ наливалась вода, и чрезъ нѣкоторое время пули оказались на днѣ, пробки на верху, а цѣльная лепешка по срединѣ. Варъ пропустилъ чрезъ себя пули и пробки, а отверстія затѣмъ снова затянулись.

Трешины и полосы грязи на леднике. — Хотя ледъ глетчеровъ и пластиченъ, но только до извѣстнаго предѣла; на болѣе крутыхъ склонахъ въ глетчерахъ образуются многочисленныя трещины, идущія обыкновенно отъ краевъ къ срединѣ ледника и направляющіяся не въ сторону движения ледника, а въ противоположномъ направлении (фиг. 53). Причину такого ихъ расположения объясняютъ боковымъ давлениемъ, встрѣченнымъ глетчеромъ въ берегахъ долины, по которой онъ движется. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ глубина такихъ трещинъ поразительна и при путешествіи по ледникамъ трещины представляютъ крайне значительную опасность. Часто снѣгъ, выпадая на поверхность ледника, маскируетъ ихъ, а потому посѣщеніе ледниковъ требуетъ обязательного сопровожденія проводника и принятія ряда другихъ предосторожностей.



Фиг. 53. Трешины на леднике.
Верхній рисунокъ представляетъ разрѣзъ ледника, нижній — соответствующій планъ.
а — ледъ ледника, б — порода ложа.

Если сравнить поверхность искусственного ледника изъ вара съ таковою же настоящаго ледника, то легко замѣтить, что наиболѣе существенное различие между ними, т.-е. между льдомъ и варомъ будетъ заключаться въ меньшей тягучести льда.

Дѣйствительно, въ тѣхъ мѣстахъ искусственного ледника, гдѣ склоны круты, обыкновенно наблюдается ровная, какъ бы полированная поверхность, тогда какъ въ настоящихъ ледникахъ, какъ видѣли выше, наблюдается наисильнѣйшая трещиноватость. Наоборотъ, тамъ гдѣ склоны пологи—въ искусственномъ леднике поверхность морщиниста, а въ естественномъ — болѣе гладкая.

Вътеръ приносить на поверхность ледника пыль; пыль эта располагается болѣе или менѣе равномѣрно по поверхности ледника, но затѣмъ, въ силу постоянного поступательного движения, поверхность ледника покрывается мелкими грядками льда; къ этимъ грядкамъ смыается большое количество грязи, а такъ какъ грядки располагаются дугообразно, то и форма грязныхъ полосъ должна быть таковою же. Эти грязевые полосы представляютъ наибольшее сходство съ формами морщинъ, покрывающихъ на пологихъ склонахъ поверхность искусственного ледника, и своею изогнутою стороною обращены въ сторону движения.

Ледниковые столы, колодцы, ручьи и мельницы. — Вслѣдствіе энергичнаго таянія поверхности ледника, на этой послѣдней наблюдается нѣсколько оригинальныхъ образованій, получившихъ на-



Фиг. 54. Ледниковые столы.

званіе ледниковыхъ столовъ, колодцевъ, ручьевъ и мельницъ. Ледниковые столы представляютъ значительные обломки горныхъ породъ, укрѣпленные на подставкѣ изъ глетчернаго льда (фиг. 54). Происхожденіе ихъ объясняется тѣмъ, что ледъ подъ большимъ кускомъ горной породы стаиваетъ медленнѣе, чѣмъ открыто лежащий, вслѣдствіе этого отдѣльные большия камни и являются какъ бы на подставкѣ, которая со временемъ постепенно подтаиваетъ, становится до того тонкою, что ломается и глыба падаетъ на ледъ. Ледниковые колодцы образуются тоже въ такихъ мѣстахъ ледниковъ, гдѣ на поверхности его лежитъ много камней, но болѣе мелкихъ размѣровъ. Мелкие камни скорѣе прогрѣваются солнцемъ и дольше сохраняютъ теплоту, а потому подъ ними ледъ будетъ таять скорѣе, чѣмъ тамъ, гдѣ нѣть камней; результатомъ этого является цилиндрическое углубленіе или ледниковый колодецъ, на днѣ котораго лежитъ камень.

Въ силу того же таянія, на поверхности ледника, въ особенности лѣтомъ, бываютъ многочисленные ручьи, которые въ полярныхъ ледникахъ принимаютъ размѣры широкихъ рѣкъ и иногда разливаются въ озера. Ледниковый ручей, встрѣчая на пути своего теченія трещину, низвергается въ эту послѣднюю водопадомъ и размываетъ ея вершину,

образуя широкое углубленіе, называемое ледниковою мельницею (фиг. 55). Ледникъ, сходя съ крутого уступа, можетъ закрыть трещину, но мельница сохранится на его поверхности. Глубина мельницъ различна и колеблется въ предѣлахъ отъ 50 до 200 метровъ, но бываетъ и до 260 м. (на нижне-аарскомъ ледникѣ). Почти на каждомъ большомъ ледникѣ есть свои мельницы.



Фиг. 55. Ледниковые мельницы на баксанскомъ ледникѣ Кавказа (Вишняковъ).

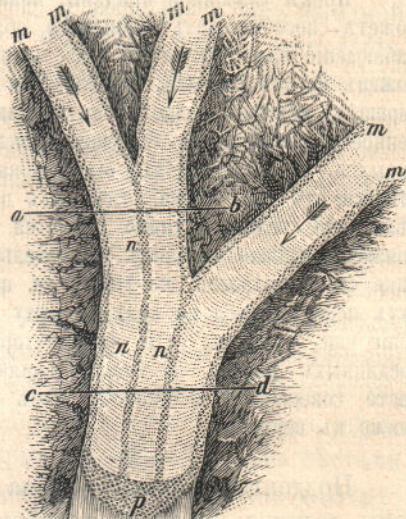
Низвергаясь въ трещины, ледниковые ручьи не только приготовляютъ мельницы, но должны произвести еще работу въ томъ случаѣ, если вертикально падающія струи воды будутъ достигать дна ложа ледника и встрѣчать на пути отдельные камни. Камни въ такихъ струяхъ должны подвергаться вращательному движению.

нію, а треніе о коренную породу дна вызоветъ образование болѣе или менѣе крупныхъ размѣровъ котловъ. Такіе котлы, иногда гигантскихъ размѣровъ, извѣстны во многихъ мѣстахъ, гдѣ прежде были ледники. Въ особенности грандіозны исполнинскіе котлы близъ Люцерна, въ Швейцаріи.

Для геолога ледникъ представляетъ громадный интерес — какъ дѣятель, способный не только переносить обломки горныхъ породъ, но и запечатлѣвать болѣе сильно слѣды своего пребыванія непосредственно на коренныхъ горныхъ породахъ. Это участіе его обнаруживается перенесеніемъ измельченного матеріала горныхъ породъ, какъ-то: ила, песка и разнообразной величины камней на большія разстоянія, а съ другой, — въ сглаживаніи, полированіи, борозженіи какъ обломковъ горныхъ породъ, несомыхъ ледниками, такъ и каменныхъ стѣнъ и дна тѣхъ долинъ, по которымъ онъ движается.

Морены. — При подошвѣ каждого крутого утеса или обрыва въ высокихъ альпійскихъ странахъ всегда встрѣчаются каменные глыбы и обломки, оторванные поперемѣннымъ дѣйствиемъ мороза и оттепели. Если такимъ массамъ случится упасть на ледникъ, то онъ будутъ двигаться вмѣстѣ съ нимъ, и вмѣсто одной груды въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ образуютъ длинныя полосы камней, расположенные на каждой окраинѣ ледяного потока. Размѣры этихъ камней весьма разнообразны: рядомъ съ мелкимъ иломъ и пескомъ здѣсь встрѣчаются обломки горныхъ породъ отъ одного до двадцати куб. метровъ, а иногда среди нихъ встрѣчали даже глыбы объемомъ отъ 1,000 до 3,000 куб. метровъ. Такой рядъ камней, несомый ледникомъ, называется мореною ледника. Въ ряду моренъ различаютъ слѣдующіе роды: боковая, срединная, конечная, внутренняя и, наконецъ, поддонную или основную морену.

Боковою или береговою мореною называется та полоса обломковъ горныхъ породъ, которая располагается по окраинѣ ледника (фиг. 56 *m*). Высота боковыхъ моренъ въ Альпахъ бываетъ отъ 10 до 100 метровъ, въ Тянь-Шанѣ — до 150 метровъ. Срединная морена происходит отъ слиянія двухъ боковыхъ моренъ (*n*), что наблюдается въ томъ случаѣ, когда два ледника, вступая въ долину, соединяются въ одинъ общій ледникъ, причемъ правая морена одного сливается съ лѣвою мореною другого, и т. д. Впрочемъ, надо замѣтить, что образование правильныхъ срединныхъ моренъ возможно только въ томъ случаѣ, когда два ледника сливаются между собою подъ острымъ угломъ и имѣютъ движеніе въ одну сторону; если же слияніе происходитъ подъ прямымъ угломъ или же подъ тупымъ, то, взамѣнъ правильной срединной морены на поверхности ледника, камни моренъ являются разбросанными безъ всякаго порядка. По числу всѣхъ срединныхъ и боковыхъ моренъ можно судить о числѣ слившихся ледниковъ; въ самомъ дѣлѣ, число ледниковъ равно числу всѣхъ моренъ безъ единицы, т.-е. $x = n - 1$; такъ, напр., на ледникѣ „Ледяное море“ находится семь моренъ, следовательно, онъ состоить изъ шести слившихся глетчеровъ. Конечною мореною (фиг. 45 *p*) называется та груда обломковъ горныхъ породъ, которая всегда замѣчается у оконечности ледника, т.-е. у того мѣста, где ледникъ стаиваетъ. Конечная морена представляетъ очень большой интересъ въ томъ отношеніи, что по ней можно судить о томъ, какимъ распространеніемъ пользовался прежде данный ледникъ: такъ, напр., Соссюръ, изслѣдуя конечную морену ронскаго ледника, нашелъ, что онъ когда-то занималъ почти всю долину рѣки Верхней Роны и подходилъ близко къ Женевскому озеру. Кромѣ перечисленныхъ моренъ значительная часть ледниковъ содержитъ еще и во всей своей массѣ большое количество твердаго матеріала, какъ въ формѣ отдѣльныхъ камней, такъ и неправильныхъ скопленій или прослоевъ болѣе тонкаго матеріала — песку и ила. Подобнаго рода скопленія наблюдались въ нижне-аарскомъ и ронскомъ ледникахъ, а также въ ледникахъ Исландіи и Гренландіи, где они иногда образуютъ прослои отъ 5 до 10 метровъ толщиною. Такимъ скопленіямъ даютъ название внутреннихъ моренъ. Наконецъ, поддонною мореною называются тѣ груды обломковъ горныхъ породъ, которыхъ скапливаются подъ ледникомъ. Образование поддонной морены происходитъ слѣдующимъ образомъ. Ледникъ, постепенно выполняя до-



Фиг. 56. Схематический планъ ледника и морены (*m*, *m*—боковая, *n*, *n*—срединная и *p*—конечная).

лину, можетъ найти на днѣ ея болѣе или менѣе значительное количество разнообразныхъ размѣровъ обломковъ горныхъ породъ, которые и будутъ включены въ ледь ледника и могутъ подвергнуться вмѣстѣ съ нимъ поступательному движению. Еще большій и постоянный матеріалъ для образования поддонной морены даютъ верхнія и внутреннія морены. Тамъ, гдѣ ледникъ огибаетъ острый уголъ или сползаетъ по крутому и выпуклому склону, на немъ очень часто встрѣчаются, какъ видѣли раньше, глубокія трещины, въ которыхъ легко попадаютъ камни. Эти камни могутъ доходить или до дна ледника, или же оставаться вблизи его поверхности; скопленіемъ камней на днѣ ледника образуется основная или поддонная морена.

Кромѣ указанной причины, повидимому, есть еще одно обстоятельство, которое можетъ способствовать скопленію обломковъ въ поддонную морену. На это наводитъ наблюденіе надъ искусственнымъ ледникомъ. На средину этого послѣдняго былъ положенъ кусокъ гранита, шириной въ $\frac{1}{5}$ ширины ледника; нѣкоторое время онъ совершилъ движение вмѣстѣ съ ледникомъ, но затѣмъ можно было наблюдать постепенное его погруженіе въ вещество искусственного ледника и наконецъ онъ совершенно скрылся, а со временемъ былъ обнаруженъ на днѣ ледника въ значительномъ разстояніи отъ того мѣста, гдѣ былъ первоначальноложенъ. Объяснить это можно тѣмъ, что средина ледника движется быстрѣе краевъ и что это различіе въ скорости движенія должно вызывать значительное перемѣщеніе частицъ льда въ срединѣ ледника съ поверхности ко дну, т.-е. поверхностная частицы, по мѣрѣ движенія, будуть перемѣщаться по кривой сверху внизъ. Это объясненіе находить себѣ подтвержденіе еще въ томъ, что на нѣкоторыхъ ледникахъ, къ нижнему концу ихъ, камни срединныхъ моренъ не только являются разѣянными по всей его поверхности, но часто совершенно исчезаютъ, такъ что обнаружить ихъ на ледникѣ можно только ближе къ вершинѣ.

Поддонная морена должна испытывать громадное давленіе со стороны ледника, толщина которого можетъ достигать до 400, а въ полярныхъ ледникахъ и болѣе метровъ; въ силу этого давленія, при движеніи



Фиг. 57. Обломокъ известняка изъ поддонной морены, покрытый ледниковыми шрамами.

ледника, происходитъ истираніе съ одной стороны камней поддонной морены, съ другой — дна и боковъ ложа ледника. Подъ вліяніемъ сильнѣйшаго давленія, мелкій и тонкій матеріалъ можетъ прессоваться и принимать слоистый характеръ при довольно однородномъ составѣ, а камни или раздробляются, или пріобрѣтаютъ особенную структуру, что иногда замѣчается на гнейсахъ. При этомъ всѣ обломки мягкихъ горныхъ породъ, двигаясь вмѣстѣ со льдомъ, могутъ перемалываться въ тонкій иль, между тѣмъ какъ болѣе

крупные и болѣе твердые куски, вмерзшіе въ ледъ, будуть истираться только той стороною, которой они соприкасаются съ дномъ долины ледника, такъ что среди твердыхъ обломковъ поддонной морены можно

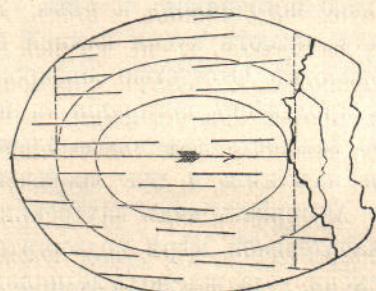
встрѣтить камни, имѣющіе одну или нѣсколько гладкихъ и ровныхъ поверхностей. При движеніи ледника эти ровныя поверхности могутъ покрываться царапинами или шрамами, параллельными другъ другу и прямолинейными (фиг. 57). Конечно, въ обломкѣ поддонной морены, который при движеніи ледника могъ поворачиваться, можно встрѣтить не одну, а часто нѣсколько системъ шрамовъ, пересѣкающихъ между собою подъ различными углами.

Ледниковая морена, замѣчаетъ Шарпантье, совершенно лишена слоистости, потому что при образованіи ея не замѣчается той сортировки материала, какая бываетъ въ томъ случаѣ, когда песокъ и гравій отлагаются въ проточной водѣ. Ледъ безъ различія переноситъ къ однѣмъ и тѣмъ же мѣстамъ и тяжелѣйшія каменные глыбы, и мельчайшія частицы, перемѣшанныя вмѣстѣ, и оставляетъ ихъ въ одной беспорядочной грудѣ тамъ, где стаиваетъ. Различие формы обломковъ горныхъ породъ, несомыхъ ледникомъ, увеличивается еще тѣмъ, что нѣкоторые изъ нихъ могутъ округляться водою источниковъ и рѣкъ, которые, начинаясь изъ-подъ ледника, захватываютъ куски камней изъ поддонной морены и подвергаютъ ихъ обработкѣ. Отсутствіе сортировки и совмѣстное нахожденіе разнообразныхъ продуктовъ истиранія въ поддонной моренѣ представляютъ громадную важность для доказательства существованія ледниковыхъ тамъ, где теперь ихъ нѣть и для заключенія о нѣкогда бывшемъ ихъ распространеніи. Матеріаль какъ внутреннихъ моренъ, такъ и поддонной, можетъ въ значительной мѣрѣ подвергаться обработкѣ водою. Въ теченіе теплого времени года изъ-подъ ледниковыхъ, а часто (въ полярныхъ странахъ даже преимущественно) на нихъ образуются значительные водные потоки, которые не только могутъ мѣстами производить сортировку болѣе тонкаго матеріала, но окатывать и закручивать даже наиболѣе крупные обломки. Уже давно известно, что выбѣгающая изъ-подъ ледниковыхъ воды изобилуетъ механически-взвѣшеннымъ матеріаломъ, что подаетъ поводъ нѣкоторымъ называть воду ледниковыхъ „ледниковымъ молокомъ“ (*Gletschermilch*). Конечно, окраска воды зависитъ отъ цвѣта механически-взвѣщенного матеріала, а этотъ послѣдній зависитъ отъ горныхъ породъ, подверженныхъ дѣйствію ледника. Тѣмъ не менѣе, даже вода нѣкоторыхъ озеръ, питающихся водами ледниковыхъ, сплошь бываетъ окрашена то въ бѣлый (*Lago Bianco* въ Бернинѣ), то въ бурый, то даже въ черный цвѣтъ. Гелландъ опредѣлилъ въ водѣ нѣкоторыхъ гренландскихъ и норвежскихъ ледниковыхъ количества механически-взвѣщенного матеріала. Въ полѣ мѣсяцѣ въ водѣ нѣкоторыхъ гренландскихъ ледниковыхъ въ одномъ куб. метрѣ воды онъ нашелъ 2,370 грм. ила, въ водѣ нѣкоторыхъ норвежскихъ ледниковыхъ въ то же время и на то же количество воды до 300 грм. Другіе ледники даютъ ила много менѣе.

Обработка матеріала поддонной морены, обусловленная движеніемъ ледника, невольно приводить къ заключенію, что такому же истиранію должны подвергаться и тѣ горныя породы, по которымъ ледникъ движется. Изученіе этого явленія обнаружило два разряда признаковъ, запечатлѣнныхъ ледникомъ на коренныхъ горныхъ породахъ. Сюда отно-

сятся какъ всѣ разнообразные виды округленія и обтачиванія скаль, измѣненія наружныхъ очертаній тѣхъ каменныхъ поверхностей, по которымъ должны были двигаться древніе ледники, такъ и особыя характерныя свойства и видъ обточенныхъ ледниками поверхностей. Въ числѣ признаковъ первого рода различается нѣсколько типовъ: курчавыя скалы, бараны лбы и куполовидные холмы.

Курчавыя скалы представляютъ округленныя и сглаженные выпуклости или выступы на стѣнахъ горныхъ долинъ. Выступы эти первоначально были, конечно, угловатыми, острореберными, иззубренными и округлились уже впослѣдствіи. Относительно курчавыхъ скаль въ настоящее время всѣми признается, что округленіе ихъ произведено древними ледниками, двигавшимися по долинѣ, и что линія, съ которой начинаются такія скалы, обозначаетъ уровень, до котораго нѣкогда доходилъ ледникъ въ долинѣ.



Фиг. 58. Разрѣзъ и планъ бараньяго лба.

шія оси которыхъ всегда идутъ параллельно тому направленію, по которому двигается обтачивающій и округляющій ихъ ледникъ, почему длинныя оси бараньихъ лбовъ параллельны между собою. Бараны лбы чрезвычайно важны въ томъ отношеніи, что они не только указываютъ

Бараны лбы (*roches tauponnées*) составляютъ другой, самый обыкновенный типъ скаль, обточенныхъ и округленныхъ; бараны лбы (фиг. 58 и 59) являются въ видѣ округленныхъ, гладкихъ, яйцевидныхъ бугровъ, боль-



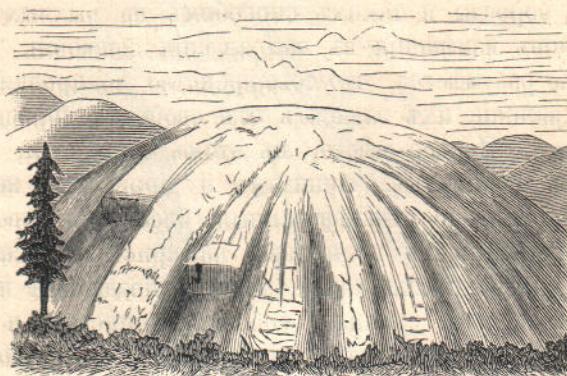
Фиг. 59. Бараній лобъ на одномъ изъ острововъ Онежскаго озера.

линію движенія или направление хода ледника, округлившаго бугоръ, но еще и то, куда и откуда происходило это движение, такъ какъ сторона, обращенная на встрѣчу движенія ледника, является пологой, гладкой и округленной; противоположная же всегда обрывиста и скалиста.

Куполовидные холмы (*domes arrondis*).—За курчавыми скалами и бараньими лбами, по градации увеличивающихся размѣровъ, следуютъ округленные холмы, имѣющіе видъ куполовъ и носящіе въ Швейцаріи название *domes arrondis* (фиг. 60). Они часто встречаются въ странахъ, где и понынѣ существуютъ ледники, а также и тамъ, где прежде они несомнѣнно существовали.

Всѣ эти три главныя формы округленныхъ скаль отличаются сравнительно незначительными, такъ сказать, микроскопическими размѣрами и ледниковоѣ ихъ происхожденіе не подлежитъ сомнѣнію. Но тѣ же самыя формы воспроизводятся въ громадныхъ телескопическихъ размѣрахъ въ очертаніяхъ рельефа цѣлыхъ горныхъ странъ. Иногда цѣлые плоскогорья представляютъ видъ громадныхъ курчавыхъ скаль, гдѣ бараны лбы являются въ видѣ цѣлыхъ горныхъ хребтовъ, а куполовидными холмами бываютъ горныя вершины въ нѣсколько тысячъ футовъ высотой.

Полировка, шлифовка и ледниковые шрамы. Что касается до второго разряда ледниковыхъ признаковъ, заключающихся въ свойствахъ упомянутыхъ округленныхъ поверхностей скаль, то надо замѣтить, что они, хотя и встрѣчаются рѣже, но зато представляютъ несо-



Фиг. 60. Общий видъ куполовиднаго холма (dome arrondi).

мѣнное доказательство дѣйствія ледниковъ. Поверхности упомянутыхъ округленныхъ скаль бываютъ всегда болѣе или менѣе выровнены, гладки, отшлифованы и даже отполированы и нерѣдко покрыты (какъ и обломки, встрѣчающіеся въ поддонной моренѣ) прямолинейными, обыкновенно параллельными между собою углубленіями или полосами различной глубины, ширины и длины.

Эти полосы, находящіеся на полированныхъ поверхностяхъ скаль, называются ледниковыми бороздами или шрамами. Борозды обыкновенно прямолинейны и, если рассматривать всю совокупность ихъ въ одной какой-нибудь местности, являются параллельными какъ между собою, такъ и съ длинными осями бараньихъ лбовъ, такъ что ихъ общее направление указываетъ направленіе движенія ледника. Происхожденіе шрамовъ и бороздъ, равно какъ и значеніе ихъ при решеніи вопроса о распространеніи ледниковъ, нѣкогда бывшихъ, было объяснено раньше, когда говорилось вообще о поддонной моренѣ.

Размѣры царапинъ и бороздъ могутъ быть весьма разнообразны. Можно наблюдать такія борозды даже въ формѣ глубокихъ параллельныхъ желобовъ, а иногда система ихъ огибаетъ, направляясь съ вершиной въ низъ долины, цѣлую гору. Въ другихъ случаяхъ ледниковые

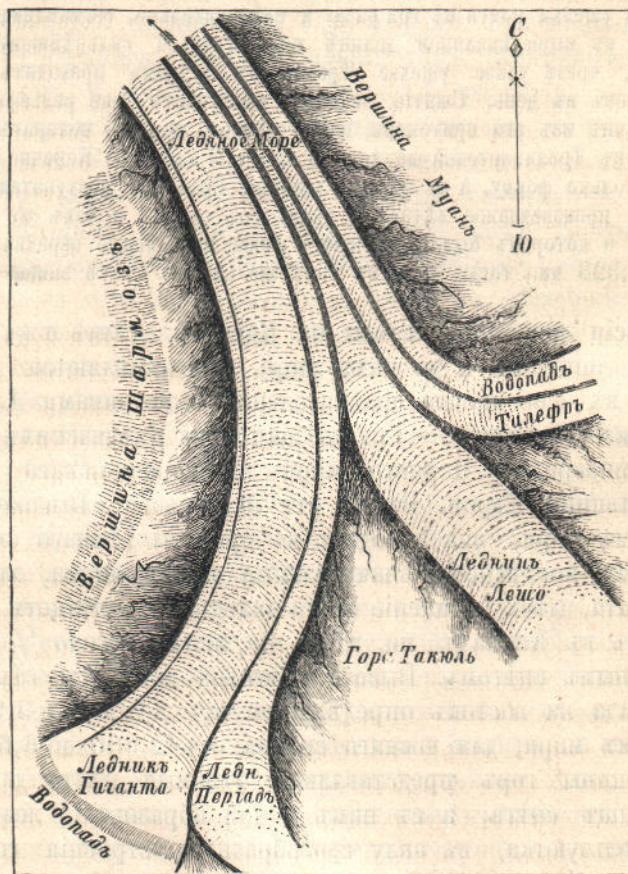
шрамы являются наоборотъ въ формѣ тонкихъ, какъ бы нанесенныхъ иглою, царапинъ.

Иногда на одной и той же скалѣ находятся прямыя борозды, идущія по разнымъ направлениямъ и пересекающіяся между собою подъ угломъ. Въ такомъ случаѣ ихъ обыкновенно можно раздѣлить на двѣ, много на три системы параллельныхъ между собою бороздъ и изъ которыхъ одна всегда старше другихъ, т.-е. одна группа пересекаетъ другую. Это явленіе объясняется тѣмъ, что ледникъ сначала двигался по одному направленію, затѣмъ по другому, производя такимъ способомъ двѣ (или, если направленіе менѣялось болѣе двухъ разъ, то болѣе) системы бороздъ. Впрочемъ, такая сложная система бороздъ сохраняется только на плотныхъ породахъ. На мягкихъ же, если и сохраняется, то только одна система, потому что ледникъ, перемѣнивъ движеніе, стираетъ прежде бывшія борозды и такимъ способомъ на рыхлыхъ породахъ не оставляетъ слѣдовъ измѣненія въ направленіи движенія.

Само собою разумѣется, что совершенство полировки, явственность шрамовъ и сохраненіе ихъ зависятъ отъ свойствъ породы, по которой двигался ледникъ. Первое мѣсто, въ этомъ отношеніи, принадлежитъ мелкозернистымъ гранитамъ, сіенитамъ и діоритамъ, которые иногда представляютъ прекрасно отшлифованныя, блестящія поверхности. Особенно же хороша бываетъ полировка на кристаллическихъ известнякахъ. Твердые конгломераты также хорошо поддаются шлифовкѣ. Напротивъ, кристаллические сланцы, особенно глинистые, и гнейсы, богатые слюдою, рѣдко представляютъ даже гладкія поверхности. Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Олонецкой губерніи совершенная полировка встрѣчается на кварцитахъ, отполированныя поверхности которыхъ представляютъ какъ бы тонкій слой искусственно наведенной прозрачной глазури. Полировка и изборожденность, эти самые несомнѣнныя слѣды исчезнувшихъ нынѣ ледниковъ, попадаются довольно рѣдко сравнительно съ другими признаками, а потому отсутствіе ихъ не можетъ еще служить доказательствомъ, что ледниковъ въ данномъ мѣстѣ не существовало. Рѣдкое нахожденіе полировки и шрамовъ объясняется тѣмъ, что процессъ выѣтривания довольно скоро способенъ уничтожить ихъ. Зато замѣчено, что подъ поверхностью водь, а иногда и подъ болѣе или менѣе значительною толщою моренныхъ образованій эти слѣды обработки скалъ могутъ сохраниться значительно дольше, чѣмъ на открытомъ воздухѣ.

Ложно-ледниковая явленія. Весьма интересный фактъ недавно наблюдался Лопатинымъ по р. Енисею, къ сѣверу отъ 60° широты. На утесахъ и валунахъ по берегамъ Енисея ему удалось видѣть обточенность скалъ, изборожденіе и шлифовку, т.-е. явленія, до сихъ поръ приписываемыя исключительно дѣятельности ледниковъ или глетчеровъ. По показаніямъ Лопатина, здѣсь эти явленія обусловлены тѣмъ, что вмерзшіе въ ледъ обломки горныхъ породъ во время половодья царапаютъ скалы береговъ и оказываются на нихъ то же дѣятельство, какъ и настоящіе ледники. Такія ложно-ледниковые явленія указываются и другими изслѣдователями. По мнѣнію Пенка, ледниковая политура легко

можетъ быть смѣшиваема съ результатомъ дѣйствія на коренные горные породы оползней, лавинъ, вѣтра, сдвиговъ и даже животныхъ. Точно также, по его мнѣнію, присутствіе шрамовъ на валунахъ можетъ быть обусловлено перемѣщеніемъ ихъ. Продуктъ неравномѣрнаго вывѣтриванія горной породы или горный обвалъ иногда весьма легко принять за поддонную морену. Всѣ эти ложно-ледниковые слѣды, конечно, указываютъ, что для выводовъ о пѣкогда бывшемъ болѣе значительномъ обледенѣніи данной страны нуженъ весь комплексъ признаковъ, оставленныхъ ледниками, а не какой-либо одиночный фактъ, который иногда можетъ повести къ ошибочнымъ заключеніямъ.



Фиг. 61. Ледяное море (Mer de glace) Швейцаріи.

Ледяное море Швейцаріи. — Какъ наиболѣе поучительный примѣръ изученныхъ ледниковъ Швейцаріи можно привести «Ледяное море» (Mer de glace). Этотъ ледникъ, спускаясь съ Монблана въ долину Шамуны, представляетъ обширный сложный ледникъ (фиг. 61), имѣющій общее поступательное движение на сѣверо-западъ; это движение ледникъ принимаетъ впрочемъ только въ томъ мѣстѣ, гдѣ онъ сливаются изъ цѣлаго ряда отдельныхъ болѣе мелкихъ притоковъ, а такими для «Ледяного моря» являются: почти прямо съ востока ледникъ «Талефръ», съ юго-востока — ледникъ «Лешо» и съ юго-запада довольно значительный составной ледникъ «Гигантъ», въ составъ котораго входитъ ледникъ «Періадъ» и двойной ледникъ «Ги-

ганта», начинающейся съ горъ каскадомъ или водопадомъ. Всѣ эти отдельные ледники, подчиняясь направленію долинъ, сливаются въ одинъ общій—сильно съуженный и сдавленный Трелапортскою долиною — сравнительно съ общую поверхностью всѣхъ отдельныхъ ледниковъ. О количествѣ отдельныхъ ледниковъ, составляющихъ сложный, какъ указано выше, можно судить по количеству наблюдаемыхъ на немъ моренъ, а на поверхности «Ледяного моря» такихъ моренъ находятся семь, т.-е. двѣ боковыхъ и пять срединныхъ, а потому и можно прійти къ заключенію, что этотъ ледникъ сложенъ шестью простыми ледниками. Чтобы составить понятіе о томъ сжатіи, которому подвергается ледникъ, представимъ измѣренія, произведенныя Тиндалемъ, какъ ширины Ледяного моря въ Трелапортскомъ ущельи, такъширины отдельныхъ, составляющихъ его, ледниковъ. Ширина Ледяного моря по этимъ измѣреніямъ 816 метровъ, ледника Гиганта—1034 м., Лешо—754 м. и Талефрскаго—614 м., т.-е. сумма образующихъ ледниковъ имѣла ширину въ 2,402 метра или превосходила ширину Ледяного моря и Трелапортского ущелья почти въ три раза, а слѣдовательно, составляющіе его ледники должны были въ вышеуказанной долинѣ подвергнуться сильнѣйшему сжатію. Несмотря на это, чрезъ узкое ущелье Трелапортъ ледникъ проходить со скоростью 508 миллиметровъ въ день. Сжатіе ледника выступаетъ еще рельефище, если взять во вниманіе одинъ изъ его притоковъ, напр. «Лешо», ширина котораго, какъ указано выше, 754 м., въ Трелапортской же долинѣ всего 87 метровъ. Конечно, здѣсь давленіе видоизмѣнило только форму, а не объемъ ледника. Сравненіе поступательного движенія Ледяного моря, произведенное лѣтомъ и зимою, въ одномъ и томъ же мѣстѣ обнаружило различіе, о которомъ было замѣчено и выше; наибольшее передвиженіе въ сутки лѣтомъ дало 1,323 м., тогда какъ въ томъ же самомъ мѣстѣ зимою—0,29 м.

Въ Россіи ледники извѣстны на Кавказѣ, Алтай и въ Тянь-Шанѣ, но, конечно, они еще и до сихъ поръ представляются весьма мало изученными, въ особенности сравнительно съ ледниками Альпъ.

Ледники Кавказа. — Грандіозная цѣпь Кавказскихъ горъ, тянущаяся отъ побережья Чернаго моря до Апперонскаго полуострова, отдѣляетъ равнину Европы Россіи отъ Закавказья. Высоко поднимаясь надъ уровнемъ моря, она заходить за предѣлы вѣчнаго снѣга, представляя этому послѣднему значительныя пространства, хотя, въ силу сухого климата, здѣсь скопленіе снѣга далеко не достигаетъ такихъ размѣровъ, какъ въ Альпахъ, но, тѣмъ не менѣе, около $\frac{1}{5}$ части цѣпи покрыто вѣчнымъ снѣгомъ. Высота снѣговой линіи для сѣвернаго Кавказа съ запада на востокъ опредѣляется отъ 3,300 до 3,900 метровъ надъ уровнемъ моря; для южнаго склона отъ 2,900 до 3,600 метровъ. Не всѣ вершины горъ представляютъ удобныя мѣста для скопленія мощныхъ толщъ снѣга, а съ нимъ и для образования ледниковъ. Эти послѣдніе пользуются, въ силу своеобразнаго строенія горной цѣпи, главнымъ развитіемъ въ Эльбрусскомъ и Терскомъ Кавказѣ. Исключение составляютъ только небольшіе ледники Джулты-дага въ Дагестанскомъ Кавказѣ и Шахъ-дага въ Самурскомъ (въ Кубанскомъ уѣздѣ). Во всякомъ случаѣ, наиболѣшіе ледники наблюдаются на сѣверномъ склонѣ главнаго кавказскаго хребта, который является пологимъ, тогда какъ южный — крутой.

Надъ всѣми горами Кавказа господствующими возвышенностями являются Эльбрусъ, поднимающійся до 5,660 метровъ надъ уровнемъ моря, и Казбекъ, достигающій 5,040 метровъ. Вообще, нужно замѣтить, что наиболѣе высокія вершины Кавказа находятся или на сѣверномъ склонѣ

главного хребта, каковы Эльбрусъ, или на боковыхъ гребняхъ: Казбекъ, Штиргохъ, Цивераутъ и др. Эльбрусъ постоянно покрытъ значительными скоплениами снѣга и представляетъ всѣ удобства для образования на его склонахъ ледниковъ. На Эльбрусъ наблюдается обширный циркъ, дающій громадный избытокъ питательного материала; изъ этого цирка выходятъ ледники, спускающіеся къ верховьямъ долинъ рѣкъ Малки, Кубани, Ріона и Баксана. Послѣдній изъ этихъ ледниковъ по своей величинѣ не уступаетъ нѣкоторымъ ледникамъ Альпійской горной цѣпи и принадлежитъ къ ледникамъ первого порядка, тогда какъ большая часть другихъ—къ ледникамъ второго порядка. Баксанскій ледникъ образованъ двумя притоками и несетъ на себѣ отчетливо выраженные морены. Наибольшая ширина его 420 метровъ, при толщинѣ отъ 18 до 24 метровъ. Спускаясь, подобно альпійскимъ ледникамъ, въ область лѣсовъ, гдѣ онъ и достигаетъ наибольшаго развитія, этотъ ледникъ стаиваетъ на высотѣ 2,325 метровъ надъ уровнемъ моря, тогда какъ Гандерейскій или Кубанскій ледникъ оканчивается на высотѣ 2,520 метровъ надъ ур. моря. Съ Эльбруса ледники спускаются и въ южную сторону, на которой, въ особенности въ той части Кавказа, гдѣ онъ примыкаетъ къ бассейну Чернаго моря, снѣговая линія лежитъ по крайней мѣрѣ на 400 метровъ ниже, чѣмъ на сѣверной сторонѣ: въ предѣлахъ Ріона снѣговая линія опредѣлена на высотѣ 2,800 метровъ. Къ разряду такихъ ледниковъ принадлежать ріонскій, ингурскій и др. Нижній конецъ ріонскаго ледника опредѣленъ на высотѣ 2,160 метровъ надъ ур. моря. Вышеприведенныя опредѣленія абсолютной высоты нижнаго конца нѣкоторыхъ ледниковъ Эльбруса указываютъ, что ихъ сползаніе ниже снѣговой линіи или ихъ величина подъ этой послѣдней слѣдующая: для баксанскаго 1,170 метровъ, для кубанскаго 880 метровъ и для ріонскаго 640 метровъ. Сравненіе этихъ ледниковъ съ наиболѣе известными ледниками Альпъ во всякомъ случаѣ указываетъ, что ледники Эльбруса значительно уступаютъ по величинѣ альпійскимъ ледникамъ.

На сѣверномъ склонѣ Кавказскихъ горъ между Эльбрусомъ и Казбекомъ наблюдается еще нѣсколько ледниковъ первого порядка: Безнги, Фастакъ-хохъ и Караганъ; послѣдній наибольшій имѣть до 8 километровъ въ длину—его сравниваютъ съ ледникомъ Алечь въ Альпахъ.

Вершины Казбека также покрыты вѣчнымъ снѣгомъ, который питаетъ нѣсколько ледниковъ, но ни одинъ изъ нихъ не достигаетъ такихъ размѣровъ, какъ баксанскій ледникъ Эльбруса. Весьма интересно, что близость морей обусловливаетъ здѣсь сильное колебаніе годовой температуры и, повидимому, этимъ колебаніемъ объясняется появленіе на Казбекѣ, кроме постоянныхъ, еще периодическихъ ледниковъ, то появляющихся въ нѣкоторыхъ ущельяхъ, то снова исчезающихъ. Къ постояннымъ ледникамъ Казбека относятъ: девдоракскій ледникъ, спускающійся до абсолютной высоты 2,110 метровъ, Циклурги—до высоты 3,170 метровъ и Тизегари—3,110 метровъ надъ уровнемъ моря. Хатисинъ описывается восемь главныхъ ледниковъ, спускающихся по ущельямъ изъ отдельныхъ цирковъ, находящихся около вершины Казбека.

Значительное количество ледниковъ Кавказа обѣщаетъ обильную почву будущимъ изслѣдователямъ этой страны, но по настоящее время о нихъ нѣть тѣхъ детальныхъ свѣдѣній, которыхъ въ такомъ избыткѣ доставлены изученiemъ знаменитыхъ альпійскихъ ледниковъ. Только одинъ изъ всѣхъ ледниковъ Кавказа можетъ представить въ этомъ отношеніи нѣкоторое исключение—это девдоракскій ледникъ Казбека. Изученіе его вызвано тѣми грандиозными обвалами, которыми периодически обусловливаются завалы военно-грузинской дороги въ долинѣ р. Терека, причемъ иногда доставляется значительное количество льда въ эту послѣднюю. Обвалъ, произошедшій въ концѣ мая мѣсяца 1832 г., засыпалъ долину Терека на пространствѣ двухъ километровъ и въ толщину на 100 метровъ. Вычислено, что при этомъ обвалѣ ледяные массы представили объемъ не менѣе 16 миллионовъ куб. метровъ.

Девдоракскій ледникъ, иногда называемый дагаурскимъ или Цахъ-Донъ, выходитъ изъ сѣверо-восточного ущелья Казбека, образуясь изъ двухъ побочныхъ ледниковъ (фиг. 62). На абсолютной высотѣ 3,390



Фиг. 62. Девдоракскій ледникъ Казбека (Кавказъ).

метровъ онъ уже представляетъ собою ледяную массу,двигающуюся постоянно на сѣверо-востокъ и впадающую нѣсколько выше Дарьяльского ущелья въ долину Терека. Благодаря изслѣдованіямъ Абиха, сдѣлалось известнымъ, что уголъ склона этого ледника представляеть $10,5^{\circ}$, а толщина его у ниж资料 конца определена около 92 метровъ. Абихъ изслѣдовалъ этотъ ледникъ въ 1861 году, а затѣмъ посѣтилъ и опредѣлилъ поступательное его движеніе также и въ 1867 году. По этимъ наблюденіямъ, одинъ изъ притоковъ, правый, образующій девдоракскій ледникъ, въ 1867 году, повидимому, пересталъ сообщаться съ главнымъ русломъ, но зато главный ледникъ за это время значительно увеличился въ своей верхней части. Точно также и нижняя часть

его значительно выдвинулась впередъ и стала упираться въ скалу, сильно съуживающую долину. Абихъ произвелъ измѣреніе скорости теченія ледника и показалъ, что она сильно измѣнилась въ сравнительно короткій промежутокъ времени. Такъ, съ 1863 по 1866 годъ эта скорость была равна 97 м. въ сутки, тогда какъ съ 1866 по 1867 годъ дошла до 366 м. Конечно, эта скорость значительно меньше той, которую опредѣлилъ Тиндаль для „Ледяного моря“ Швейцаріи. Надо вообще замѣтить, что и кавказскіе ледники, подобно альпійскимъ, въ настоящее время находятся въ періодѣ уменьшенія. Такъ, нижний конецъ баксанскаго ледника стоялъ въ 1849 г. на абсолютной высотѣ 2,250 метровъ, а въ 1873 — 2,325 м., и т. д.

Относительно причины заваловъ въ долинѣ Терека, мнѣнія наблюдателей расходятся. По Абиху, эти завалы прямо обусловливаются самимъ льдомъ ледника и чрезмѣрнымъ, періодическимъ его накопленіемъ, тогда какъ, по мнѣнію Статковскаго и Фавра, завалы обусловлены тѣмъ явленіемъ, которое на Кавказѣ принято называть „выносомъ“ или „селью“ и при которомъ, кромѣ воды въ твердомъ видѣ, играетъ роль и вода въ жидкому состояніи. „Отъ причинъ атмосферныхъ и мѣстного расположения, говоритъ Фавръ, ледникъ подверженъ по временамъ быстрому возрастанію; встрѣчая препятствіе своему возрастанію въ длину, по причинѣ формы долины, онъ возрастаетъ въ ширину и толщину, выше своего устья. Устье это заполняется льдомъ, и такъ какъ оно недостаточно для прохода ледника, то закрывается окончательно, и истокъ воды прекращается. Вода скапливается въ глубокихъ трещинахъ и позади запруды. Запруда, не имѣя возможности выдержать постоянно возрастающее давленіе, лопается. Отромная масса воды и льда несетъся тогда внизъ съ необыкновенною быстротою и увеличивается въ объемѣ на пути, обрывая бока долины“. Статковскій, касаясь этого вопроса, обращаетъ вниманіе на разстояніе между концомъ девдоракскаго ледника и р. Терекомъ; по его мнѣнію, нужна невозможная скорость движенія ледника для того, чтобы онъ достигалъ такъ быстро Терека, какъ происходить завалы; этотъ изслѣдователь также приходитъ къ заключенію, что девдоракскій ледникъ, встрѣчая препятствіе своему движенію впередъ, возрастаетъ въ ширину и толщину, выпучивается и часть его льда обрушивается въ ущелье, заваливая его своими обломками и останавливая движеніе воды, выбѣгающей изъ-подъ ледника. Такая запруда можетъ прорваться и причинить ниже завалъ, но можетъ и мирнымъ путемъ быть проточена водою и въ такомъ случаѣ завала, конечно, не будетъ.

Ледники Алтая. — О ледникахъ этой страны до сихъ поръ имѣются крайне скучныя свѣдѣнія. Между прочимъ, известно, что съ знаменитой Бѣлухи Алтая, представляющей два смежные конуса, соединенные попечернымъ хребтомъ, спускается нѣсколько ледниковъ, изъ которыхъ берельскій и катунскій ледники, питаяющіе рѣчки того же имени, пользуются наибольшою известностью. По Геблеру, высота Бѣлухи измѣряется 3,350 метрами, а снѣговая линія лежитъ на сѣверномъ ея склонѣ на высотѣ 2,250—2,300 метровъ надъ уровнемъ моря, а на южномъ склонѣ отъ 2,600—2,700 метровъ.

Берельскій ледникъ (фиг. 63) представляется составнымъ; его образуютъ два рукава, изъ которыхъ главный—западный, въ свою очередь образованъ нѣсколькими болѣе мелкими ледниками, и восточный, болѣе



Фиг. 63. Берельскій ледникъ Алтая.

пологій, чѣмъ предыдущій. На первомъ изъ этихъ рукавовъ насчитываются двѣ срединныхъ и двѣ боковыхъ морены. Конечная морена выдвинута полукругомъ и представляетъ со своей наружной стороны крутыя осыпи. Берельскій ледникъ на значительное разстояніе, почти на половину своего теченія по долинѣ, покрытъ камнями, на немъ видны трещины и полосы грязи, отчетливо выражаютія характеръ и направленіе движенія ледника.

Катунскій ледникъ образованъ шестью отдѣльными болѣе мелкими ледниками, берущими начало между Катунскими столбами и сливающимися въ одно общее „ледяное море“, представляющее ширину отъ 640 до 850 метровъ. Высота катунского ледника, въ томъ мѣстѣ, где онъ образуется отъ слиянія отдѣльныхъ рукавовъ—2,590 метровъ. На немъ также наблюдаются четыре морены, изъ которыхъ двѣ—срединныя и двѣ—боковыя; на загрязненной его поверхности обнаруживаются ледниковые столы и колодцы. Нижній конецъ алтайскихъ ледниковъ, по Геблеру, спускается до высоты 1,210 метровъ надъ уровнемъ моря.

Ледники Тянь-Шаня.—О присутствіи здѣсь ледниковъ узнали сравнительно недавно, а именно только въ 1856 году Семеновымъ было показано, что огромные ледники спускаются съ этого хребта въ

восточной его части, почти на самой границѣ Кашгарскихъ провинцій Китая. Рѣка Сары-Джазъ образуется изъ отдѣльныхъ притоковъ, выбывающихъ прямо изъ-подъ ледниковъ Тянь-Шаня. Въ выпуклой мѣстности можно насчитать, по крайней мѣрѣ, до пяти отдѣльныхъ, большихъ, составныхъ глетчеровъ (фиг. 64), направляющихся отчасти на востокъ-сѣверо-востокъ, отчасти прямо на сѣверъ. Позднѣй-



Фиг. 64. Ледяное море истоковъ р. Сары-Джазъ (Тянь-Шань).

шія изслѣдованія обнаружили, что этотъ горный хребеть, въ особенности въ восточной своей части, представляетъ всѣ условія для образованія значительныхъ ледниковъ.

Наивысшая точка Тянь-Шаня достигаетъ высоты 4,870 метровъ надъ уровнемъ моря, обнаруживая снѣговую линію на высотѣ 3,860 метровъ, а потому понятно, что для скопленія воды въ твердомъ видѣ остаются здѣсь значительныя пространства. Въ восточномъ Тянь-Шанѣ горы Акшайрикъ представляютъ наиболѣе благопріятныя условія для образованія и развитія ледниковъ, а потому всѣ долины и ущелья этихъ горъ загромождены ледниками. Есть ледники и на южномъ склонѣ Тянь-Шаня и въ особенности они развиты въ верховьяхъ р. Сары-ясы.

Небольшіе ледники наблюдаются также въ горахъ Барколдай, въ восточной части Джитымъ-тау на съверномъ ихъ склонѣ, въ хребтѣ Ать-бапи-тау на его юго-западной части. Чтобы дать приблизительное понятіе о размѣрахъ ледниковъ этой мѣстности, тоже изслѣдованныхъ только въ общихъ чертахъ, приведемъ указанія Каульбарса. Ледникъ Мусъ-туръ, спускающійся съ съверныхъ склоновъ Терской-тау, представляетъ собою собственно два ледника, отдѣленные скалою. Первый изъ нихъ, западный, имѣеть около полу-километра длины, а въ ширину отъ 128 до 149 метровъ и обнаруживаетъ въ своемъ нижнемъ концѣ толщину льда отъ 17 до 21 метра. Второй ледникъ имѣеть длину до километра, при ширинѣ до 160 метровъ и толщинѣ льда до 20 метровъ; на этомъ послѣднемъ наблюдаются двѣ срединныя морены, указывающія на то, что онъ въ свою очередь является составнымъ.

Изъ ледниковъ Акшайрской системы наибольшаго вниманія заслуживаетъ ледникъ Петрова, питаяющій одинъ изъ главныхъ рукавовъ Нарына—Якташъ. Длину этого ледника опредѣляютъ до 20 километровъ, при ширинѣ у нижняго конца въ $1\frac{1}{2}$ километра. Поверхность его покрыта 5—6 рядами моренъ, указывающіхъ на его составной характеръ. Кроме упомянутыхъ двухъ ледниковъ въ восточномъ Тянъ-Шанѣ, какъ видѣли выше, есть и нѣсколько другихъ, какъ Каросай, Иарташ-скій и другіе, еще менѣе изслѣдованныхъ.

Изъ ледниковъ Тянъ-Шаня, встрѣчающихся значительно западнѣе вышеописанныхъ, заслуживаютъ наибольшѣе вниманія ледники Щуровскаго и зеравшанскій. Ледникъ Щуровскаго питаетъ р. Исфара и выходитъ изъ цирка, вытянутаго по направленію съ запада на востокъ; въ этомъ послѣднемъ направленіи величина его приблизительно измѣряется въ 8,5 километровъ, тогда какъ въ направленіи перпендикулярномъ величина его не болѣе трехъ километровъ. На поверхности этого цирковаго поля наблюдаются ряды моренъ, которыя вмѣстѣ съ ледяными потоками направляются въ довольно узкую долину. Правда, вначалѣ ледникъ Щуровскаго представляетъ отъ 426 до 600 метровъ ширины, но ущелье книзу постепенно суживается и сдавливаетъ ледникъ, который у своего нижняго конца имѣеть ширину отъ 106 до 150 метровъ. Это сильное суженіе обусловливаетъ то, что первоначально отчетливо лежащія на поверхности ледника морены мало-по-малу расплываются по поверхности ледника, покрывая его почти сплошнымъ слоемъ на довольно значительномъ пространствѣ. Длину этого ледника опредѣляютъ въ три километра. Нижній конецъ его опускается до 3,270 метровъ надъ уровнемъ моря и представляетъ довольно значительное скопленіе камней въ видѣ конечной морены.

Значительно большей величины достигаетъ зеравшанскій ледникъ, спускающійся съ Алайскаго хребта. На высотѣ 4,260 метровъ наблюдается обширное фирновое поле, заключенное въ циркѣ, замкнутомъ въ съверо-западномъ направленіи; на востокѣ и югѣ оно кажется безпредѣльнымъ. Изъ этого цирка на съверо-востокъ выступаетъ въ глубокое ущелье ледникъ Зардаля, образующій крутые уступы, а мѣстами и

ледопады и достигающій своимъ нижнимъ концомъ абсолютной высоты 3,530 метровъ; длину его можно опредѣлить въ шесть километровъ. На западъ-юго-западъ выступаетъ изъ вышеупомянутаго цирка, между Гиссарскимъ и Туркестантскимъ хребтами, зеравшанскій ледникъ. При своемъ выходѣ онъ достигаетъ трехъ километровъ ширины, но, спускаясь внизъ, сдавливается болѣе узкою долиною до полуторыхъ километровъ. Почти у самаго выхода его изъ цирка онъ тотчасъ же начинаетъ принимать какъ съ правой, такъ и съ лѣвой стороны побочные болѣе мелкіе ледники-притоки, которыхъ можно насчитать съ правой стороны до пяти, а съ лѣвой до семи; эти притоки достигаютъ полу-километра ширины и большинство ихъ несетъ до пяти моренъ, указывая этимъ на свой сложный характеръ. Почти всѣ притоки впадаютъ въ главный ледникъ перпендикулярно его течению, но въ самомъ характерѣ ихъ наблюдается довольно существенное различіе. Лѣвые притоки, т.-е. спускающіеся съ Гиссарского хребта, обыкновенно круты, напоминаютъ какъ бы застывшіе водопады, правые—пологи. Принимая во вниманіе большое количество моренъ, вносимыхъ боковыми ледниками, надо было бы предположить, что главный ледникъ долженъ содержать ихъ на своей поверхности въ весьма большомъ количествѣ, но въ дѣйствительности этого нѣтъ, а почти вся поверхность его покрыта камнями. Объяснить отсутствіе правильныхъ моренъ здѣсь возможно какъ тѣмъ, что притоки впадаютъ почти подъ прямымъ угломъ въ главный ледникъ, такъ и тѣмъ, что сдавленный узкою долиною главный ледникъ, принимая притоки съ правильно сооруженными моренами, обусловливаетъ перемѣшиваніе и спутываніе моренъ въ неправильныя массы. Въ силу тѣхъ же обстоятельствъ, значительная поверхность льда, при выходѣ изъ цирка, должна съузиться, по крайней мѣрѣ, въ три раза, а если принять во вниманіе притоки, то сдавливаніе льда въ зеравшанскомъ леднике явится еще болѣе значительнымъ и должно вызвать, по крайней мѣрѣ, въ нижнемъ концѣ, значительную толщину этого ледника. Определеніе этой толщины въ разстояніи полуторыхъ километровъ отъ конца ледника дало 76 метровъ, та же толщина найдена и при самомъ его концѣ. Зеравшанскій ледникъ оканчиваетъ свое поступательное движение на абсолютной высотѣ 2,700 метровъ, опускаясь ниже Зардаля на 790 метровъ. Длину его опредѣляютъ въ 24 километра. Къ сожалѣнію, ни объ одномъ изъ Тянь-Шанскихъ ледниковъ не имѣется данныхъ относительно поступательного ихъ движения, несмотря на то, что въ настоящее время нѣкоторые изъ этихъ ледниковъ, а въ особенности зеравшанскій, были посѣщаемы нѣсколькими наблюдателями.

Ледники полярныхъ странъ и плавающія ледяные горы.—

Если въ жаркихъ и умѣренныхъ странахъ ледники своими нижними концами могутъ опускаться много ниже снѣговой линіи, то понятно, что въ очень высокихъ широтахъ, гдѣ снѣговая линія приближается къ уровню моря, они должны доходить до самого океана и даже входить въ него. Это и наблюдается въ арктическихъ и антарктическихъ странахъ.

Въ сѣверныхъ полярныхъ странахъ наблюдается громадное скоп-

шленіе снѣга и фирна. Примѣромъ такихъ странъ можетъ служить архипелагъ Франца-Іосифа, Новая Земля, Шпицбергенъ и сѣв. Гренландія; на землѣ Франца-Іосифа снѣговая линія лежитъ на высотѣ 300 метровъ надъ уровнемъ моря, тогда какъ отдельные горы (гора Рихтгофена) поднимаются до 1,530 метровъ, а потому здѣсь открываются обширныя пространства для скопленія снѣга. Большая часть острововъ этого архипелага покрыта вѣчнымъ снѣгомъ, изъ-подъ которого по всѣмъ долинамъ текутъ ледники. По берегамъ нѣкоторыхъ острововъ наблюдаются ледяные стѣны, поднимающіяся отъ 30—60 метровъ высоты надъ моремъ и тянущіяся иногда на 20 километровъ вдоль берега,—эти стѣны есть не что иное, какъ конецъ ледника, и послѣдняя цифра представляетъ его ширину. Ледникъ Дове имѣеть даже 60 километровъ ширины. Дневное движеніе этихъ ледниковъ опредѣляется 0,0528 метровъ, причемъ наблюденія обнаружили, что наименьшее поступательное движеніе

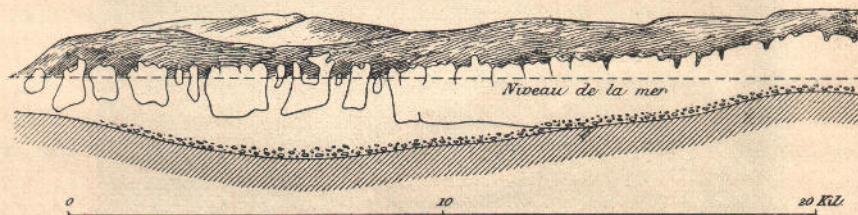


Фиг. 65. Ледники берега Магдалины на Шпицбергенѣ (Норвежская экспедиція).

наблюдаются въ мартѣ и апрѣлѣ, а наибольшее въ концѣ іюля и въ началѣ августа. Новая Земля покрыта вѣчнымъ снѣгомъ только въ сѣверной своей части, а потому только здѣсь и наблюдаются отдельные ледники, сползающіе къ уровню моря. Шпицбергенъ также представляетъ архипелагъ острововъ, внутренняя часть которыхъ покрыта вѣчнымъ снѣгомъ, служащимъ материаломъ для многихъ ледниковъ, выполняющихъ собою большую часть бухтъ. Нѣкоторые изъ ледниковъ Шпицбергена обнаруживаютъ слабый склонъ и такие достигаютъ наибольшихъ размѣровъ (фиг. 65). Здѣсь есть ледники въ 16 километровъ длины, при $5\frac{1}{2}$ километрахъ ширины и до 120 метровъ толщиною, причемъ такие ледники иногда выступаютъ въ бухты на 10—20 километровъ. Большая часть ледниковъ, впрочемъ, напоминаетъ какъ бы замерзшіе водопады. На поверхности, а равно и внутри, ледниковъ Шпицбергена наблюдалось скопленіе разнообразныхъ обломковъ горныхъ породъ. Нижній конецъ большей части ледниковъ этой страны, вдвинувшись или нависая надъ моремъ, доставляетъ береговой волнѣ постоянный материалъ для подмыванія. Такой же характеръ имѣютъ и ледники острова Янъ-Майенъ.

Сравнительно лучше изучено въ этомъ отношеніи является сѣверная Гренландія, о которой интересная свѣдѣнія сообщаетъ Ринкъ,

изучившій ее до 72° с. ш. Эта страна поднимается отъ 800 до 1,500 метровъ надъ уровнемъ моря и почти сплошь занята однимъ общимъ ледянымъ покровомъ; по показаніямъ одной изъ американскихъ экспедицій, этотъ покровъ непрерывно тянется, по крайней мѣрѣ, по западному берегу, до 82° сѣверной широты. Поверхность вѣчнаго снѣга является плоскою, разбитою параллельными трещинами и только мѣстами на ней поднимаются отдѣльные ледяные холмы или отдѣльно выступающія крутыя скалы. Лѣтомъ на ней образуются водные потоки, то съ шумомъ низвергающіеся въ трещины, то разливающіеся на ледяной поверхности въ формѣ озеръ и рѣкъ. Громадный запасъ скопляющагося снѣга, фирна и льда обусловливаетъ появление многочисленныхъ ледниковъ тамъ, где есть долины. Дѣйствительно, по западному берегу Гренландіи отъ южнаго ея конца до 80° с. шир. насчитываютъ не менѣе 100 ледяныхъ потоковъ, опускающихся въ морскіе заливы. Изъ вышеупомянутаго числа наибольшихъ размѣровъ считаются семь

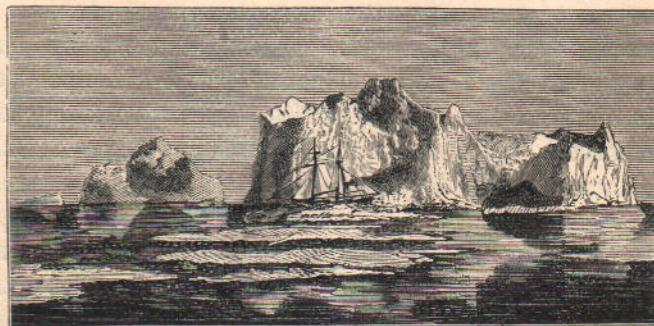


Фиг. 66. Кангердлугсоаксій ледникъ (сѣв. Гренландія) и его плавающія льдины
(Высота увеличена въ пять разъ). Гелландъ.

ледниковъ (Фридериксгаабскій, Якобгавенскій, Большой Кааякскій, Кангердлугсоакскій, Упернавикскій, Утлаксоакскій и Гумбольдтовскій). Внутренній ледъ этой страны разгружается только въ Баффиновъ заливъ, по крайней мѣрѣ, 22 ледниками. Ледники въ своей береговой полосѣ содержать сильно развитыя боковыя, срединныя и конечныя морены, тогда какъ въ континентальной части ледяного покрова морены или совершенно не наблюдаются, или они развиты очень слабо. На Кангердлугсоакскомъ ледникѣ Гелландъ наблюдалъ боковую морену высотою отъ 15 до 20 метровъ, на протяженіи семи километровъ. Эти ледники, достигая иногда, какъ ледникъ Гумбольдта, 118 километровъ ширины въ нижнемъ концѣ, сползаютъ къ Баффинову заливу и нѣкоторое время движутся даже по дну его; наконецъ, на нѣкоторой глубинѣ, отъ ледника отламываются отдѣльные куски и всплываютъ на поверхность, образуя собою плавающія ледяныя горы или айсберги (фиг. 66). Ледникъ Эйблинкъ образуетъ собою мысъ, далеко вдающійся въ море и имѣющій около 22 верстъ длины. По западному берегу Гренландіи въ предѣлахъ отъ 60 до 80° с. шир. ледники доставляютъ ежегодно не менѣе 10—100 куб. километровъ плавающаго льда. Громадные размѣры гренландскихъ ледниковъ, нахожденіе на нѣкоторыхъ моренъ и выносъ изъ нихъ лѣтомъ водою значительного количества мелкихъ продуктовъ исти-

ранія, указываютъ, что такие ледники должны производить на подлежащія горныя породы сильное истирающее дѣйствіе и запечатлѣвать сильнѣ, чѣмъ альпійскіе ледники, слѣды своего пребыванія. Въ Гренландіи можно считать доказаннымъ, что прежде ледниковый покровъ имѣлъ еще большия размѣры, а освободившіяся изъ-подъ него части страны свидѣтельствуютъ о грандіозномъ истираніи поверхности горныхъ породъ. Изученіемъ ледниковъ съверной Гренландіи и ледяныхъ горъ, отъ нихъ происходящихъ, занимались: Ринкъ, Гелландъ, Стейнstrupъ и др.

Айсberги—явленіе весьма обыкновенное въ арктическихъ и антарктическихъ моряхъ. Путешественники по этимъ морямъ почти постоянно указываютъ на громадное количество встрѣченныхъ ими ледяныхъ горъ. Скорезби насчиталъ подъ 70° с. ш. до 500 айсберговъ. Ихъ величина достигаетъ, по его показаніямъ, отъ одной до пяти миль въ длину, при высотѣ отъ 30 до 60 метровъ надъ уровнемъ моря. Для того, чтобы



Фиг. 67. Плавающія ледяныя горы въ полярномъ морѣ (Пайэръ и Вайпрехтъ).

удержать такую тяжесть надъ водою, подводная часть, по мнѣнію Скорезби, должна имѣть толщину, отъ шести до восьми разъ большую надводной части. Изъ этихъ данныхъ ясно, какіе громадные запасы льда переносятся въ видѣ айсберговъ. Извѣстный путешественникъ Дюмонть-Дюрвиль встрѣтилъ ледяную гору, возвышавшуюся на 30 метровъ надъ уровнемъ моря и имѣвшую 15 миль въ длину. Показаніями этими пре-небрегать нельзя, такъ какъ айсберги посѣщаются часто съверными мореплавателями, благодаря тому обстоятельству, что на ихъ поверхности, въ углубленіяхъ, собирается лѣтомъ прѣсная вода, служащая единственнымъ источникомъ пополненія корабельныхъ запасовъ. Несмотря на это, долго думали, что величина айсберговъ преувеличивается путешественниками; поэтому французское правительство отправило экспедицію на корабль „Астролябія“ и вмѣнило ей въ обязанность опредѣлить истинные размѣры плавающихъ ледяныхъ горъ. Экспедиція измѣрила большое количество айсберговъ; изъ нихъ нѣкоторые имѣли отъ 2 до 5 миль въ длину и до 68 метровъ въ высину. Та же экспедиція находила громадныя глыбы камней, вмерзшія въ айсберги; поэтому предполагаютъ, что подводная часть ихъ должна значительно превосходить надводную. Обыкновенно принимаютъ, что подводная часть въ шесть, семь

разъ больше надводной, но относительно наиболѣе крупныхъ ледяныхъ горъ думаютъ, что выдающаяся часть составляетъ всего $\frac{1}{11}$ — $\frac{1}{16}$ общей высоты. Выше уже было сказано о способѣ происхожденія айсберговъ, но у нѣкоторыхъ ученыхъ явилось сомнѣніе, чтобы они происходили именно такимъ способомъ, т.-е. путемъ разламыванія ледника, опустившагося подъ уровень моря. Говорили, что ледяные горы образуются самостоятельно путемъ постепенного наростанія льда подъ вліяніемъ сильныхъ морозовъ. Гелландъ однако опровергъ послѣднее толкованіе, подробнѣ описавши обстоятельства, предшествующія появлѣнію айсберга. Онъ разсказываетъ, что сначала раздается оглушительный шумъ, а затѣмъ на поверхность моря вспльваетъ огромная ледяная масса. Очевидно, что этотъ шумъ происходитъ отъ растрескиванія ледника на дѣл моря. Айсберги, какъ свидѣтельствуетъ уже Скорезби, покрыты толстыми пластами земли и обломками горныхъ породъ, которые есть не что иное, какъ морены того ледника, изъ котораго они произошли. Обломки эти достигаютъ иногда нѣсколькихъ тысячъ пудовъ вѣса.

Какъ скоро айсберги получать однажды толчокъ къ движенію, то продолжаютъ двигаться по морю, пока не встрѣтятъ препятствія. Сила ихъ движенія такъ велика, что еслибы даже малый айсбергъ встрѣтилъ на пути своего движенія постройку въ родѣ храма Св. Петра въ Римѣ, то уничтожилъ бы ее мгновенно. Если льдина натолкнется на мель, то она можетъ стаять и отложить принесенный материалъ. Случалось встрѣтить айсберги сидящими на меляхъ на глубинѣ въ 450 метровъ, что указываетъ на ихъ мощность. Понятно, что такія огромныя ледяныя массы, садясь на отмель, состоящую обыкновенно изъ породъ рыхлыхъ (гравія, песку, ила), производить громадное боковое давленіе и вызываютъ перемѣщеніе въ положеніи этихъ рыхлыхъ пластовъ. Этимъ послѣднимъ обстоятельствомъ можно объяснить явленіе такъ называемыхъ скрученныхъ слоевъ, встрѣчающихся, напримѣръ, въ Англіи. Скрученные слои—это перемежающіеся песчаные, суглинистые, гравіевые пласти, образующіе самыя разнообразныя причудливыя складки, что и дало поводъ называть ихъ скрученными. Такъ какъ они постоянно встрѣчаются въ сосѣдствѣ съ ледниками отложеніями, то естественно предположить, что они представляютъ слѣдствіе бокового давленія ледяныхъ горъ, измѣнившихъ ихъ нормальное, правильное положеніе, хотя въ нѣкоторыхъ случаяхъ скрученность слоевъ на небольшія глубины можно объяснить и непосредственнымъ вліяніемъ односторонняго давленія надвигающагося ледника на нижележащія рыхлые горныя породы. Такъ какъ айсберги движутся быстрѣе и дальше ледниковъ, то ясно, что они могутъ переносить твердый материалъ въ видѣ обломковъ породъ дальше этихъ послѣднихъ. Ледяные горы доходятъ отъ сѣверного полюса до Азорскихъ острововъ и отъ южнаго полюса до мыса Доброй Надежды. Поэтому подводныя долины, горы и плоскія возвышенности могутъ быть усыпаны пескомъ, иломъ и обломками горныхъ породъ, совершенно отличныхъ отъ тѣхъ, которыхъ находятся по сосѣдству; эти обломки принесены сюда ледяными горами чрезъ неизмѣримыя бездны. Такъ, берега Лаб-

радора въ изобилії усѧни камнями и валунами, принесенными айсбергами съ є́вера. Если льдина таетъ па мели, то она осаждаетъ весь принесенный материалъ несортированнымъ; если же таетъ во время движениі, въ болѣе теплыхъ широтахъ, то ясно, что вода произведеть сортировку и дальше всего унесетъ самыя мелкія частицы.

Въ тропическомъ поисѣ небольшіе ледники наблюдаются только на вершинахъ, поднимающихся выше 5,000 метровъ, а въ Андахъ на протяженіи почти 5,000 километровъ совершенно не наблюдается ледниковъ.

Понижение снѣговой линіи въ сосѣдствѣ моря обусловливаетъ то, что въ южномъ полушаріи, гдѣ океанъ вполнѣ преобладаетъ надъ материкомъ, снѣговая линія скорѣе приближается къ уровню моря, чѣмъ въ є́вропейскомъ полушаріи. Уже подъ 62° юж. шир. на островѣ Южной Георгіи наблюдается совпаденіе снѣговой линіи съ уровнемъ моря. Въ Чили ледники доходятъ до уровня моря подъ 46° южн. шир. То же замѣчается и въ другихъ мѣстахъ южного полушарія, какъ напр., въ Новозеландскихъ Альпахъ, гдѣ ледники на западномъ склонѣ горъ спускаются ниже, чѣмъ на восточномъ, что объясняется большимъ количествомъ атмосферныхъ осадковъ, выпадающихъ на западномъ склонѣ. Ледникъ западного склона — Вайау спускается до 212 метровъ надъ уровнемъ моря, а Большой Тасманскій, на восточномъ склонѣ, оканчивается на высотѣ 835 метровъ. Антарктический континентъ Викторія покрытъ сплошнымъ ледниковымъ покровомъ, дающимъ начало плавающимъ въ антарктическомъ морѣ ледянымъ горамъ. Среди плоской снѣжной равнины здѣсь поднимаются только отдельные вулканы, какъ Мельбурнъ, Терроръ и Эребусъ или рѣдкія отдельные скалы. Уже на самомъ берегу можно встрѣтить ледяные толщи отъ 30 до 55 метровъ высоты, выступающія изъ-подъ снѣгового покрова. Настоящіе ледники здѣсь очень рѣдки, а береговой ледъ даетъ начало многочисленнымъ плавающимъ ледянымъ горамъ.

Громадныя пространства въ є́вропейскомъ и южномъ полушаріи могутъ покрываться обломками горныхъ породъ, переносимыхъ айсбергами. Изученіе современныхъ айсберговъ и громадныхъ ледниковъ, изъ которыхъ они происходятъ, весьма важно въ томъ отношеніи, что даетъ возможность установить какъ способъ происхожденія, такъ и определить распространеніе геологическихъ памятниковъ относимыхъ къ такъ называемому ледниковому периоду. Попатно, что дѣятельность древнихъ ледниковъ характеризуется тѣми же признаками, что и дѣятельность ихъ въ настоящее время, но только эта дѣятельность, какъ увидимъ далѣе, проявлялась прежде въ болѣе широкомъ масштабѣ. Сглаженныя и изрытыя шрамами и бороздами являются иногда обширныя пространства; видъ курчавыхъ скаль и бараньихъ лбовъ приняли цѣлые горные кражи и т. д.

Резюмируя дѣятельность воды въ жидкому и твердому состояніи, можно прійти къ слѣдующему заключенію. Вода изъ океана поднимается подъ вліяніемъ солнечной теплоты въ атмосферу въ видѣ паровъ, которые воздушными теченіями переносятся въ мѣстности болѣе холодныя и, достигнувъ извѣстной степени насыщенія, на болѣе возвышен-

ныхъ пунктахъ земной поверхности сгущаются въ воду или снѣгъ. Въ томъ и другомъ видѣ вода размываетъ и разрушаетъ горныя породы, переносить продукты разрушенія въ мѣста болѣе низменныя, въ которыхъ твердый материалъ и отлагается. Такимъ образомъ дѣятельность воды въ природѣ — дѣятельность нивелирующая, и еслибы дѣйствовала только она одна, то поверхность земли скоро сдѣлалась бы крайне однообразною: не было бы крупныхъ контрастовъ въ видѣ рѣзко выдѣляющихся высотъ и значительныхъ низинъ. Но вода встрѣчаетъ энергического противника въ другомъ геологическомъ факторѣ — вулканизмѣ. Результатомъ борьбы этихъ силъ и является настоящій видъ земной поверхности.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДѢЯТЕЛЬНОСТЬ ВУЛКАНИЗМА.

Подъ именемъ вулканизма или вулканическихъ явленій понимаютъ такія явленія на земной поверхности, которые обусловлены высокою температурою внутреннихъ частей нашей планеты. Къ числу такихъ явленій относятъ вулканы съ разнообразными функциями ихъ дѣятельности, причисля сюда и грязные вулканы, землетрясенія и колебанія материка относительно уровня моря, т.-е. такъ называемыя явленія поднятій и опусканий. Наиболѣе наглядно высокая температура внутренности земли обнаруживается въ вулканахъ, съ которыхъ и слѣдуетъ начинать знакомство съ вулканизмомъ.

Вулканы.

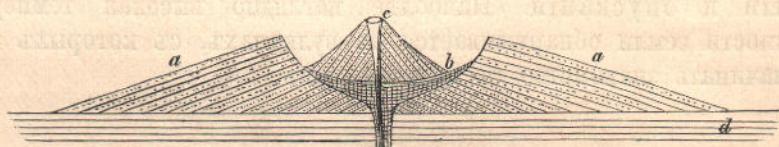
Форма и строеніе вулкановъ.—Вулканъ имѣть видъ конуса, наружная форма которого для большинства вулкановъ поразительно типична. Этотъ конусъ обыкновенно представляется правильнымъ, однотипеннымъ. На срѣзанной вершинѣ его находится площадка съ отверстиемъ, называемымъ кратеромъ, которое имѣть форму воронки часто со стѣнками въ видѣ складчатаго фильтра; послѣднее строеніе легко объясняется тѣмъ, что отверстіе вулкана, совершенно открытое, служить главнымъ пріемникомъ всего запаса воды, выпадающей изъ атмосферы; стекающія съ вершины кратера внутрь его воды и производить размываніе въ формѣ мелкихъ овраговъ. Типичная форма конуса можетъ значительно измѣняться, особенно въ верхніхъ его частяхъ; такъ, верхняя площадка можетъ быть большихъ или меньшихъ размѣровъ, съ однимъ или нѣсколькими кратерами.

Діаметры кратеровъ вулкановъ весьма разнообразны; напр., діаметръ кратера Синдоро менѣе 100 метровъ, діаметръ Гунунгъ-Тенгера болѣе 5,000 метровъ. Слѣдовательно, различіе въ этомъ отношеніи громадно.

Глубина кратеровъ также различна и доходитъ въ Попокатепетль до 2,440 метровъ. Прежде полагали, что величина діаметра кратера обратно пропорціональна высотѣ вулканическаго конуса, но наблюденія показали, что есть высокіе вулканы съ значительнымъ кратеромъ и есть малые съ небольшими отверстіями, и обратно, т.-е. нѣть какой-либо

особой зависимости между диаметром кратера и высотою вулкана. Глубина кратера может измѣняться для одного и того же вулкана въ разное время, какъ это доказано, напр., относительно Везувія. Именно: въ 1855 г. глубина кратера Везувія была 156 метровъ, въ 1864 г. 65 метровъ, въ 1866 г. она уменьшилась до 40 метровъ, а въ 1872 г. (по измѣренію, сдѣланному послѣ изверженія 26 апрѣля этого года) глубина кратера была равна 250 метрамъ.

Внутренность кратеровъ въ дѣйствующихъ вулканахъ обыкновенно лишена растительности и покрыта налетомъ, который отчасти происходит отъ осажденія продуктовъ возгонки, отчасти отъ вліянія кислотныхъ паровъ на горныя породы кратера. Въ глубинѣ его часто наблюдается относительно болѣе высокая температура, а дно обыкновенно покрыто массою трещинъ, по которымъ выдѣляются газы, распространяя внутри кратера удушливый запахъ; въ тѣхъ вулканахъ, которые давно не дѣйствовали, дно кратера обыкновенно бываетъ завалено угловатыми обломками — продуктомъ дѣятельности воды, разрушившей бока кратера, — а иногда и покрыто растительностью.



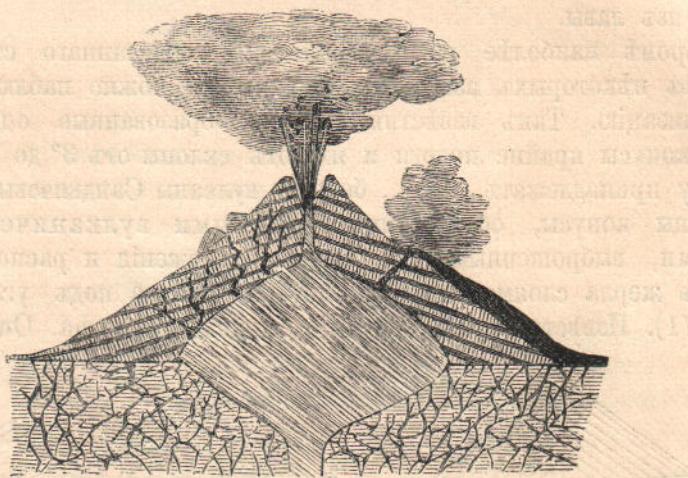
Фиг. 68. Идеальное строение вулкана по Креднеру.

а—старый вулканъ, б—обломки осыпавшагося старого кратера, с—новый конусъ и д—коренные породы.

Нѣкоторые изъ ученыхъ, согласно Зеебаху, по строению вулкановъ, подраздѣляютъ ихъ на слоистые и неслоистые однородные вулканы. Такое дѣленіе основано на томъ, что первые, какъ показываетъ ихъ наименованіе, образованы слоями различныхъ продуктовъ изверженія, вторые — однородною вулканическою массою и представляютъ колоколообразные конусы или куполообразные холмы, большую частью лишенные кратера. Слѣдовательно, въ этихъ послѣднихъ нѣть большей части характерныхъ признаковъ вулкановъ, образующихся на нашихъ глазахъ. Кромѣ того, существующая связь между тѣми и другими, отсутствие однородныхъ вулкановъ, какъ продуктовъ современныхъ образованій, а равно наблюденія разрѣзовъ искусственныхъ вулкановъ, о которыхъ будетъ сказано далѣе, — все это заставляетъ видѣть только въ слоистыхъ вулканахъ настоящіе, цѣльные вулканы, тогда какъ въ неслоистыхъ однородныхъ вулканахъ Зеебаха признавать лишь остатки старыхъ вулкановъ, уже претерпѣвшихъ измѣненіе.

Изученіе внутренняго строенія вулкановъ представляется затруднительнымъ, по причинѣ отсутствія въ нихъ хорошихъ разрѣзовъ. Трудность изслѣдованія нѣсколько облегчается образованіемъ отъ дѣятельства воды или потоковъ лавы въ нѣкоторыхъ изъ вулкановъ про-

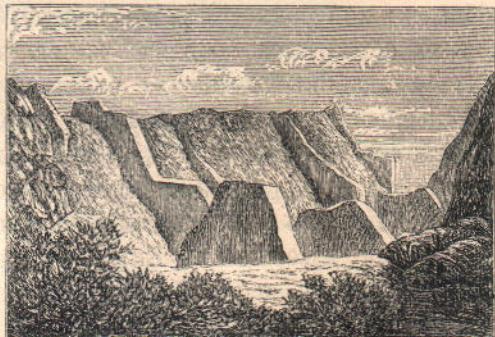
моинъ, иногда въ видѣ долинъ, по которымъ можно изучать строеніе вулкановъ, а также возможностью во время спокойнаго состоянія вулкана опускаться внутрь кратера и изучать строеніе его стѣнокъ. Изслѣдованія, произведенныя въ знаменитой Монте-Сомма (кольцеобразный валъ, окружающій Везувій), показали, что вулканы являются образова-



Фиг. 69. Идеальное строение вулкана по Фуксу.

ніями слоистыми. Большинство ихъ сложено изъ чередующихся слоевъ (фиг. 68 и фиг. 69), которые падаютъ отъ центра вулкана къ окраинамъ подъ нѣкоторымъ угломъ къ горизонту, и уголъ ихъ паденія то такой же, какъ и уголъ склона самого конуса, то меныше этого послѣдняго. Слоистое строеніе вулканическихъ конусовъ зависитъ отъ того, что качество и плотность извергаемыхъ продуктовъ очень разнообразны (рыхлые и плотные) и что при отложеніи ихъ наблюдается постоянное чередование доставляемаго вулканами матеріала. Нѣть никакой особой правильности въ чередованіи рыхлыхъ и плотныхъ продуктовъ: часто нижняя поверхность конуса образована лавою и только верхняя слагается изъ рыхлыхъ продуктовъ, напримѣръ, въ конусѣ Этны, то наблюдается обратное предыдущему расположеніе; во всякомъ случаѣ, большая часть извѣстныхъ вулкановъ имѣетъ строеніе конусовъ смѣшаннаго характера (Везувій, Этна, вулканы Лаахерского озера и т. д.).

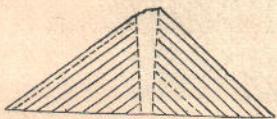
Кромѣ слабо наклонныхъ слоевъ, въ нѣкоторыхъ вулканахъ, какъ напр., въ разрѣзахъ Монте-Соммы, можно наблюдать еще весьма мощн-



Фиг. 70. Дайки въ долинѣ р. Мареканки (Аз. Россія).

ныя вертикальные жилы, которые разрывают горизонтальные слои и, расходясь от кратера радиально, достигают нѣсколькихъ сотъ метровъ въ высоту. Эти вертикальные жилы представляютъ материалъ, труднѣе вывѣтряющійся, а потому онъ нерѣдко выдаются надъ горизонтальными слоями въ видѣ болѣе или менѣе мощныхъ стѣнъ. Такія вертикальные и плитообразныя жилы носятъ название дайковъ и состоять всегда изъ лавы.

Кромѣ наиболѣе распространенного смѣшанного строенія конусовъ, въ нѣкоторыхъ изъ нихъ по строенію можно наблюдать какъ бы специализацію. Такъ извѣстны конусы, образованные одною лавою. Такіе конусы крайне пологи и имѣютъ склоны отъ 3° до 10° . Къ этому разряду принадлежать, напр., большіе вулканы Сандвичевыхъ острововъ. Извѣстны конусы, образованные рыхлыми вулканическими продуктами, выброшенными изъ канала изверженія и расположившимися вокругъ жерла слоями, падающими отъ центра подъ угломъ до 40° (фиг. 71). Извѣстны также конусы сложенные изъ туфа. Они образуются



Фиг. 71. Профиль конуса, образованного рыхлыми вулканическими продуктами.



Фиг. 72. Профиль конуса, образованного вулканическимъ туфомъ.

изъ горячей воды, смѣшанной съ рыхлыми продуктами изверженія и представляющей тѣстообразную массу. Такая масса, выступивъ изъ кратера, образуетъ первоначально валъ, но затѣмъ, переливаясь потокомъ черезъ край его, можетъ отложить новое количество осадка. Слои подобныхъ конусовъ имѣютъ падение отъ $15 — 30^{\circ}$ (фиг. 72); такие конусы образуются большою частью въ силу бокового изверженія большихъ вулкановъ, лежащихъ близъ моря.

Кромѣ вулкановъ указанной формы строенія, извѣстны еще такъ называемые котловидные кратеры или маары. Подъ этимъ именемъ понимаютъ кратерообразное углубленіе, имѣющее форму котла и окруженное низкимъ валомъ, образованнымъ или туфомъ или рыхлыми продуктами изверженія. Впрочемъ, наблюдаются случаи въ маарахъ, когда вала нѣтъ и углубленіе окружено обломками соседнихъ горныхъ породъ. Понятно, что изъ такихъ мааровъ никогда не изливалась лава. Происхожденіе мааровъ до сихъ еще не объяснено удовлетворительно. Одни видятъ въ нихъ не что иное, какъ кратеры взрыва, т.-е. предполагаютъ, что пары и газы, скопившись подъ землею обусловили взрывъ, другіе смотрятъ на нихъ какъ на провалы, происшедшіе въ силу сплавленія лежащихъ подъ ними горныхъ породъ. Во всякомъ случаѣ связь мааровъ съ вулканами очевидна по переходнымъ формамъ, а потому надо думать, что мааръ представляетъ собою одну изъ первыхъ фазъ образования вулкана. Маары встречаются въ нѣкото-

рыхъ мѣстахъ Германіи, въ вулканическихъ областяхъ Эйфеля и Лахерского озера, причемъ это послѣднее нѣкоторые также считаютъ за



Фиг. 73. Мааръ—Лахерского озера.

мааръ (фиг. 73); известны также маары въ Албанскихъ горахъ (въ Италии), но особенно богатъ ими островъ Ява.



Фиг. 74. Кратеръ Рокка-Монфина.

Форма вулкановъ подлежитъ значительнымъ измѣненіямъ, обусловленнымъ какъ, съ одной стороны, размываніемъ ихъ водою, такъ, съ другой стороны, и самими вулканическими явленіями. Не говоря уже



Фиг. 75. Побочный конусъ внутри старого кратера.

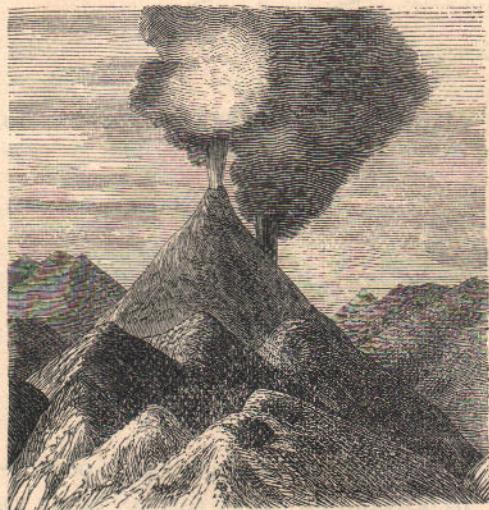
о томъ, что лавовый потокъ можетъ проложить себѣ дорогу гдѣ-нибудь чрезъ стѣнки кратера, новые изверженія могутъ въ значительной сте-



Фиг. 76. Пюи-Нуаръ, Лассолл и де-ла-Вашъ (Овернь—по Пулье Скропу).

пени разнообразить наружную форму вулкана. Такъ, если послѣ продолжительного покойного состоянія вулкана, когда значительная часть

стѣнокъ кратера обрушилась и завалила дно его, новое изверженіе проложить себѣ дорогу на дневную поверхность по тому же каналу, то можетъ образоваться, внутри старого, новый вулканическій конусъ (фиг. 75). Какъ такимъ конусамъ, такъ и тѣмъ, которые являются на склонахъ главнаго конуса, даютъ наименованіе побочныхъ или паразитныхъ вулканическихъ конусовъ. Иногда разнообразіе въ нарушеніи общей характерной формы можетъ быть вызвано тѣмъ, что новый конусъ явится не въ центрѣ старого, а гдѣ-нибудь сбоку и т. д.; такую форму представляютъ зазубренные конусы Оверни (Пюи-Нуаръ, Лассоля, де-ла-Вашъ и друг., фиг. 76).



Фиг. 77. Сангай—вулканъ Квіто
(Америка).

Распредѣленіе и распространеніе вулкановъ.— Вулканы пользуются довольно значительнымъ распространеніемъ по поверхности земли, встрѣчаясь во всѣхъ частяхъ свѣта. Бѣднѣе всего ими Европа, богаче всего острова и моря. Въ Европѣ можно указать на три болѣе замѣтель-

ныхъ вулканическихъ области: Неаполитанская (Везувій), область Сициліи (Этна) и затѣмъ группа Греческаго Архипелага (о. Санторинъ). Въ Азіи есть нѣсколько группъ вулкановъ: на Курильскихъ островахъ,



Фиг. 78. Гверфіаль въ Исландії.

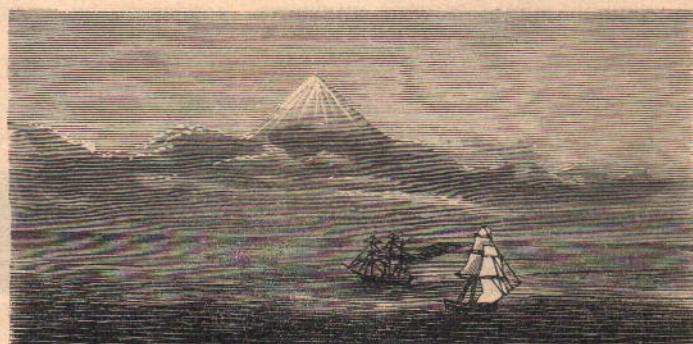
Зондскихъ, на Формозѣ и др. Въ Австраліи вулканы встрѣчаются въ Новой Гвинеѣ, Новой Британіи и Новой Голландіи. Въ Сѣверной Америкѣ есть вулканы на Аляскѣ, Алеутскихъ островахъ и въ Мексикѣ; въ Центральной Америкѣ—въ Гватемалѣ и Никарагуа; въ Южн. Аме-

рикъ—въ Квите, Перу, Чили и Боливіи. Впрочемъ, большая часть вулкановъ расположена среди океановъ. Въ Атлантическомъ океанѣ есть вулканы на Азорскихъ островахъ, въ Великомъ—на Сандвичевыхъ о-вахъ; есть они и въ Индійскомъ океанѣ, и даже въ Сѣв. Ледовитомъ, напр., въ Исландіи, и въ Южномъ полярномъ морѣ, напр., Новошотландскіе острова.

Вулканы дѣлятся на дѣйствующіе (въ настоящее или историческое время) и погасшие. Такое дѣленіе можетъ считаться только условнымъ, такъ какъ въ нѣкоторыхъ вулканахъ періодъ покоя продолжался иногда цѣлое тысячелѣтіе. Число дѣйствующихъ и всѣхъ вулкановъ на земной поверхности опредѣляетъ слѣдующая табличка:

Число вулкановъ.	Европа.	Сѣверная Америка.	Центральная Америка.	Южная Америка.	Азія.	Африка.	Австралия.	Островныхъ и подводныхъ.	Общее число.
Дѣйствующихъ	1	20	25	37	19	19	6	194	321
Всѣхъ	28	54	60	77	65*)	21	14	390	709

Больше половины вулкановъ приходится на долю островныхъ и подводныхъ. Это важно для определенія причинъ дѣятельности вулкановъ, тѣмъ болѣе, что и вулканы материковъ лежать тоже на берегахъ

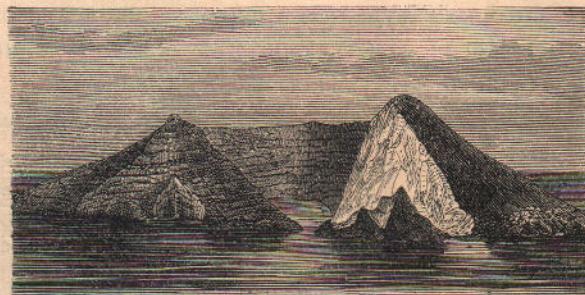


Фиг. 79. Пикъ Оризабо (Мексиканскій заливъ).

водныхъ бассейновъ: большую частью они помѣщаются на мысахъ, выдающихся въ море. Связь и зависимость вулканической дѣятельности

*) Впрочемъ, въ Азіи число вулкановъ, вѣроятно, должно быть въ общемъ сокращено; въ это число входятъ вулканы, будто бы существующіе въ средней Азіи, о которыхъ, на основаніи мнѣній Вильгельма Гумбольдта, сообщаетъ Ал. Гумбольдтъ. Мнѣніе Гумбольдта основано на древнихъ китайскихъ рукописяхъ. По послѣднимъ изслѣдованіямъ въ нѣкоторыхъ изъ указанныхъ Гумбольдтомъ мѣстностей вулкановъ не найдено. Вѣроятно, за вулканы принимались обширные подземные каменноугольные пожары.

отъ близаго присутствія воды сказывается не только на вулканахъ, дѣйствующихъ нынѣ или въ историческія времена, но и на такихъ, которые прекратили уже давно свою дѣятельность. Примѣръ этого можно видѣть въ потухшихъ Овернскихъ вулканахъ Франціи, о дѣятельности которыхъ въ историческія времена нѣть свѣдѣній (фиг. 81). Дѣятельность ихъ относится къ такъ называемому третичному геологическому періоду. Между тѣмъ, геологическая данная, собранная относительно этой мѣст-



Фиг. 80. Островъ Св. Павла въ южной части Индѣйского океана.

ности, удостовѣряютъ, что большая часть вулкановъ Оверни находилась на гранитномъ плато, представлявшемъ собою довольно узкій материкъ, омываемый съ одной стороны третичнымъ моремъ, съ другой — обширнымъ прѣсноводнымъ бассейномъ. То же самое можно сказать и объ угасшихъ прирейнскихъ вулканахъ Эйфеля, Лаахерского озера и многихъ другихъ.

Кромѣ ближайшихъ соотношеній въ расположеніи вулкановъ къ водѣ, въ настоящее время можно признать доказаннымъ, что вулканы



Фиг. 81. Группа потухшихъ Овернскихъ вулкановъ (Франція).
Наибольшій изъ нихъ Пюи де Домъ.

располагаются всегда или въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ горами и горными мѣстностями, или вообще въ такихъ мѣстахъ, гдѣ наблюдаются разнообразныя нарушенія горизонтального расположенія горныхъ породъ и, вмѣстѣ съ тѣмъ, изобиліе трещинъ, что какъ увидимъ далѣе, представляетъ весьма важную сторону для объясненія способа доставки на дневную поверхность различныхъ продуктовъ изверженія.

При изученіи географического распределенія вулкановъ обращается вниманіе на то, въ какомъ отношеніи между собою находятся вулканы

въ данной мѣстности. Леопольдъ-фонъ-Бухъ по расположению вулкановъ различаетъ двѣ группы: 1) рядовые вулканы и 2) группы вулкановъ. Подъ именемъ рядовыхъ вулкановъ разумѣются такіе, которые располагаются другъ за другомъ по направлению опредѣленныхъ линій. Таковы, напр., вулканы Мексики, Алеутскихъ и Курильскихъ острововъ и др. Группы вулкановъ состоять изъ нѣсколькихъ вулкановъ, которые группируются безъ видимой правильности около одного, или расположены отчасти радиально вокругъ болѣе значительного центрального вулкана, отличающагося большей высотой. Примѣромъ такого расположения могутъ служить: Эта и группа Канарскихъ острововъ, на которыхъ Тенерифскій пикъ играетъ роль главнаго вулкана.

Высота вулкановъ. —

Высота вулкановъ надъ уровнемъ моря колеблется въ такихъ же широкихъ предѣлахъ, какъ и высота невулканическихъ горъ. Вотъ для примѣра таблица абсолютныхъ высотъ нѣкоторыхъ вулкановъ:



Фиг. 82. Карта острова Ланцероты.

Рядовое расположение вулкановъ.

Наименование вулкана.	Высота надъ уровнемъ моря въ метрахъ.
Лаго д'Аньяно	6
Тинакура (остр. Ст. Круцъ)	84
Танна (новые Гебридскіе острова) . .	144
Тааль	290
Волкано (Липарскіе острова)	408
Исалко	659
Стромболи	925
Рокка Монфина	1025
Везувій	1240
Юрullo	1343

Наименование вулкана.	Высота надъ уровнемъ моря въ метрахъ.
Гекла	1654
Тукстла	1706
Гунтуръ	2034
Вулканъ острова Бурбонъ.	2503
Тенгеръ	2915
Этна	3400
Пикъ де Тейде (Тенерифъ)	3803
Эребусъ	3900
Пасто	4207
Ключевская сопка.	5014
Попокатепетль	5568
Котопахи	5904
Гвалатіери или Сагама	6990

Точно также и относительная высота ихъ не одинакова. Вулканы могутъ крайне разнообразно подниматься надъ прилегающею мѣстностью. Вотъ для примѣра относительная и абсолютная высоты нѣкоторыхъ вулкановъ:

Наименование вулкана.	Относительная высота въ метрахъ.	Абсолютная высота въ метрахъ.
Монте-Нуово	143	143
Пюп-де-Домъ	302	1390
Юрулло	493	1343
Тункурагуа	524	3357
Монте-Ферру	677	1076
Гунтуръ	1310	2034
Гвалатіери.	1500	6090
Котопахи	2900	5904
Этна.	3200	3400
Ключевая сопка	5014	5014

Продукты вулкановъ.—Въ ряду продуктовъ, доставляемыхъ вулканами на дневную поверхность, можно отличить пять группъ: газо- и парообразные продукты, продукты, механически увлекаемые парами воды и газами — продукты возгонки или сублиматы, огненно-жидкая лава (*lava di fuoco*), рыхлые продукты (вулканическій пепель, песокъ, раппилли, вулканическія бомбы и камни) и жидкая водная лава, которой итальянцы даютъ наименование „*lava d'aqua*“, въ отличие отъ огненно-жидкой лавы.

Въ ряду паро- и газообразныхъ продуктовъ пары воды являются господствующимъ элементомъ и количество ихъ до такой степени значительно, что часто нѣть возможности даже приблизиться къ разсчету всего запаса воды, доставленной вулканомъ. Сентъ - Клеръ - Девилль принимаетъ, что на все количество выдѣляющихся продуктовъ приходится 0,699 частей водяныхъ паровъ. По вычислению Фукэ въ одно извержение 1865 года Этна доставила не менѣе 2 миллионовъ кубич. метровъ воды. Достаточно указать, что, при изверженіи Везувія въ 1822 году, столбъ водяныхъ паровъ, вырывавшихся изъ вулкана, измѣрялся высотою въ 3,000 метровъ. Выдѣленіе воды идетъ не только изъ кратера вулкана, но и изъ огненно-жидкой лавы, причемъ по всей ея поверхности падаюются струи водяного пара, которымъ принято давать наименование фумароль. Такое выдѣленіе идетъ почти до полнаго охлажденія лавы. Нужно имѣть въ виду, что нѣкоторые ученые наименование фумароль распространяютъ и на выдѣленіе другихъ паро- и газообразныхъ продуктовъ, выдѣляющихся изъ трещинъ, помимо кратеровъ вулкановъ.

Изслѣдованія, начатыя Бунзеномъ въ 1846 году въ Исландіи, надъ выдѣленіемъ при помощи фумароль газообразныхъ веществъ, а затѣмъ продолженные въ 1855 и 1861 году Сентъ-Клеръ-Девиллемъ надъ Везувіемъ и надъ вулканами Липарскихъ острововъ, а также Фукэ надъ Этною и Санториномъ, обнаружили еще многія другія газообразныя вещества, доставляемыя вулканами. Къ такимъ веществамъ должно отнести: хлористо-водородную кислоту, углекислоту, сѣрнистую кислоту, амміакъ, сѣрводородъ, по наблюденіямъ Скаакки — фторъ, атмосферный воздухъ и его составныя части въ свободномъ состояніи и наконецъ водородъ. Количество и время выдѣленія упомянутыхъ газовъ различны. Такъ, въ газахъ Везувія найдено до 94,30% хлористо-водородной кислоты. Еще Бунзенъ указалъ на присутствіе въ газахъ фумароль Исландіи водорода. Въ газахъ Везувія водородъ былъ обнаруженъ Девиллемъ и Фукэ въ 1861 г., но въ смѣси съ маслороднымъ газомъ и углекислотою, причемъ въ этой смѣси было водорода и углерода 88,46%, а углекислоты



Фиг. 83. Барренъ-Исландъ.

11,54%. Фукэ нашелъ до 30% свободнаго водорода въ газахъ Сантоприна. Нѣкоторые наблюдатели (Спаланцани, Гей-Люссакъ, Гумбольдтъ и друг.) упоминаютъ о томъ, что имъ приходилось наблюдать при выдѣленіи фумароль пламя, обыкновенно голубоватаго цвѣта. Надо полагать, что оно обусловлено горѣніемъ водорода, сѣроводорода и углеводородовъ. Кроме того нѣкоторые изъ ученыхъ наблюдали при изверженіи фумароль запахъ нефти или горнаго масла; понятно, что если есть надлежащая температура, то и это послѣднее вещество можетъ обусловить появление пламени.

Нѣкоторые ученые принимаютъ для тѣхъ вулкановъ, которые ограничиваютъ свою дѣятельность доставкою на дневную поверхность сѣрнистой кислоты и сѣроводорода, наименование сольфатаръ, тѣмъ же вулканамъ или ихъ трещинамъ, по которымъ выдѣляется углекислота, даютъ наименование мофетъ.

Другие ученые дѣлятъ фумаролы на сухія, кислотныя, щелочныя и холодныя. Сухимъ фумароламъ приписываютъ температуру плавленія цинка (500° Ц.), температура кислотныхъ варьируетъ въ предѣлахъ 300° — 400° ; щелочные фумаролы доставляютъ амміакъ и его соединенія; холодныя — имѣютъ температуру до ста градусовъ и доставляютъ почти чистую воду.

Въ самомъ выдѣленіи газообразныхъ продуктовъ изъ различныхъ фумароль наблюдается въ свою очередь нѣкоторое разнообразіе. Такъ, напримѣръ, выдѣленіе углекислоты изъ мофетъ вулкана обозначаетъ конецъ изверженія. Въ теченіе девяти мѣсяцевъ наблюдали (1878—1879) надъ выдѣленіями Этны и обнаружили колебанія какъ въ доставляемыхъ соляхъ, такъ и углекислотѣ и углеводородахъ. Точно также измѣнялась и температура газовыхъ продуктовъ отъ 7° до 33° Ц.

Продукты возгонки или сублиматы составляютъ вторую группу. Доставленіе ихъ, конечно, обусловлено перегрѣтыми паро- или газообразными продуктами, а потому, при выходѣ на дневную поверхность, такие возгоны, подъ влияніемъ охлажденія, будутъ отлагаться или на стѣнкахъ кратера или даже на вершинѣ склоновъ вулкана. Къ разряду продуктовъ возгона или сублиматоръ относятся: сѣра, хлористыя соединенія натрія, калія, магнія, желѣза, мѣди, амміака, окись желѣза въ формѣ желѣзного блеска, котунитъ (хлористый свинецъ), реальгаръ и борная кислота. Выдѣленіе перечисленныхъ продуктовъ бываетъ крайне разнообразно. Такъ, напримѣръ, при изверженіи Везувія въ 1861 году выдѣлилось такое обиліе хлористаго натрія, что вся вершина явилась покрытою бѣлымъ налѣтомъ и жители окрестныхъ мѣстностей находили выгоднымъ собирать поваренную соль. Исландцы почти послѣ каждого изверженія Геклы собираютъ въ значительномъ количествѣ съ ея вершины поваренную соль.

Третью группу продуктовъ, доставляемыхъ вулканами, составляеть огненно-жидкая лава. Лава есть продуктъ плавленія горныхъ породъ, представляющій огненно-жидкую массу, способную течь на подобіе чугуна, выпускаемаго въ расплавленномъ состояніи изъ доменной печи.

Въ такомъ видѣ лава выдѣляетъ въ изобиліи фумаролы, а на поверхности ея довольно скоро, подъ вліяніемъ охлажденія, образуются шлаки. Такъ какъ лава обладаетъ плохую теплопроводностью, то охлажденіе ея идетъ медленно и толстые плитообразные шлаки, иногда поставленные подъ различными, нерѣдко крутыми, углами, представляютъ часто довольно серьезныя препятствія для посѣщенія лавовыхъ потоковъ, но, въ то же время, образовавшіеся шлаки даютъ возможность, опять-таки въ силу худой теплопроводности ихъ, посѣщать потокъ, даже въ то время, когда на сравнительно небольшой глубинѣ лава находится еще въ состояніи темнаго каленія, а по трещинамъ между шлаками выдѣляются фумаролы. Извѣстны случаи, когда чрезъ 20, 30 и даже 40 лѣтъ, въ силу худой теплопроводности лавы, находили внутри ея потока значительную высокую температуру. Такъ Гумбольдтъ указываетъ на одинъ изъ потоковъ Іорулло, изъ которого выбѣгали теплые ключи съ температурою въ 54° Ц., несмотря на то, что этотъ потокъ образовался 46 лѣтъ тому назадъ. Конечно, сохраненіе высокой температуры находится въ извѣстномъ соотношеніи съ количествомъ давы или съ мощностью потока — чѣмъ онъ больше и толще, тѣмъ большее время онъ удержитъ высокую температуру; чѣмъ онъ менѣе значителенъ — тѣмъ и остываніе идетъ быстрѣе. Одинъ изъ потоковъ Везувія 1832 г. уже чрезъ два мѣсяца вполнѣ остылъ.

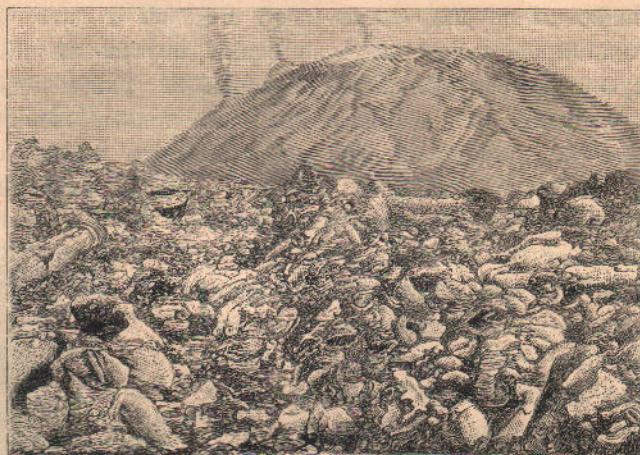
Выдѣленіе фумаролъ иногда бываетъ настолько энергично, даже въ то время когда образовались шлаки, что эти послѣдніе могутъ быть нагромождены въ форму конуса (фиг. 84), изъ вершины которого будуть вырываться парообразные и газообразные продукты. Такіе случаи наблюдались на многихъ лавовыхъ потокахъ и даже иногда подавали поводъ къ неправильнымъ толкованіямъ. При послѣднемъ сильномъ изверженіи Везувія въ апрѣль 1872 года, изъ мощнаго лавового потока, развѣтвлявшагося передъ обсерваторію, образовался громадный шлаковый конусъ, который такой знатокъ Везувія, какъ Пальміери, принялъ за новый кратеръ, будто бы открывшійся недалеко отъ подножія Везувія; настолько явленія, сопровождавшія образованіе этого шлакового конуса, были близки къ обыкновеннымъ явленіямъ вулкана. Въ силу той же плохой теплопроводности лавы, изливаніе ея потоковъ въ море не представляетъ тѣхъ страшныхъ послѣдствій, которыхъ можно бы было ожидать. Тѣми же причинами должно объяснить нахожденіе лавовыхъ потоковъ на ледникахъ или глетчерахъ, — какъ это извѣстно на Этнѣ.

Температура огненно-жидкой лавы крайне разнообразна. Изслѣдованіе, произведенное въ 1794 году на лавовомъ потокѣ Везувія, которымъ было разрушено Торре-дель-Греко, показало, что мѣдные предметы, попавши



Фиг. 84. Шлаковый конусъ на лавовомъ потокѣ.

въ него, кристаллизовались, а серебряные—подверглись возгонкѣ и явились въ видѣ серебряныхъ октаэдровъ, такъ что здѣсь температура была не менѣе тысячи градусовъ Цельзія. Сентъ-Клеръ-Девилль опускалъ въ 1855 г. въ лаву тонкую желѣзнную проволоку и нашелъ, что она съ конца сплавилась въ мелкія сфероидальныя скопленія. Конечно, такія опредѣленія далеко не указываютъ на ту высокую температуру лавы, которою она обладаетъ внутри вулкана, потому что всѣ возможныя наблюденія доступны только въ лавовомъ потокѣ, где необходимо допустить значительное охлажденіе.

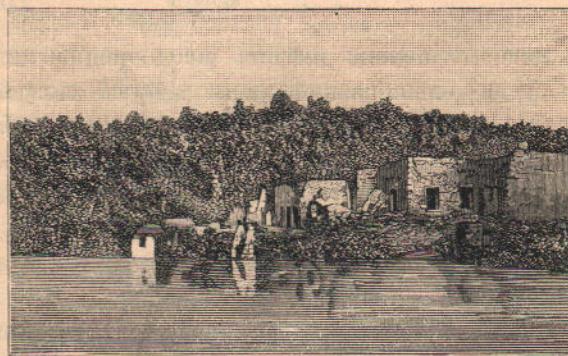


Фиг. 85. Лавовый потокъ Везувія.

Въ зависимости оть температуры лавы находится и ея консистенція, а оть этой послѣдней, оть количества лавы и наклона мѣстности зависитъ и скорость ея поступательного движенія. Поэтому скорость поступательного движенія лавовыхъ потоковъ можетъ быть чрезвычайно разнообразна. Нѣкоторые очень жидкіе потоки пробѣгали крутые склоны съ значительной скоростью, тогда какъ другіе—спускались едва замѣтно, совершая поступательное движеніе, измѣряемое однимъ метромъ въ часъ. Такъ одинъ изъ потоковъ Мауна-Лоа (Сандвичевы острова) въ два часа прошелъ 23 километра. Потокъ Везувія въ 1822 г. оть края кратера до подножія конуса прошелъ въ 15 минутъ. Одинъ изъ потоковъ Этны прошелъ одинъ километръ въ теченіе 2—3 часовъ. Конечно, если лавовый потокъ на пути своего теченія встрѣтить крутой склонъ, то онъ будетъ низвергаться съ него въ формѣ огненнаго каскада, что и наблюдалось, напр., при одномъ изверженіи Этны (фиг. 88).

Размѣры лавовыхъ потоковъ крайне разнообразны. Наибольшій изъ потоковъ, происшедшихъ во времена историческія, принадлежитъ одному изъ вулкановъ Сандвичевыхъ острововъ—Мауна-Лоа; онъ имѣеть 100 километровъ длины, 4,800 метровъ ширины и до 100 метровъ толщины. Потокъ того же вулкана 1880 года имѣеть отъ 60 до 80 километровъ длины. Потокъ, 1783 года, одного изъ исландскихъ вулка-

новъ—Скаптаръ-Юкуль, представляющій лавовое озеро, имѣеть отъ 20 до 25 километровъ въ диаметрѣ и до 30 метровъ толщины. Толщину одного лавового потока острова Бурбонъ опредѣляютъ въ 250 метровъ. Точно также произведены расчеты объемовъ нѣкоторыхъ лавовыхъ потоковъ. Объемъ потоковъ острова Бурбонъ опредѣленъ въ 68.700.000—86.000.000 куб. метровъ, потокъ Везувія 1794 года—15.600.000 куб. метровъ, а, по вычислениямъ Пальміери, количество вылившейся изъ этого вулкана лавы въ апрѣль мѣсяцѣ 1872 года равно 20.000.000 куб. метрамъ. Въ 1840 г. кратеръ Килауэа далъ лавовый потокъ, направившійся въ море. По вычислениямъ Дана, объемъ этого потока равняется 5,5 миллиардамъ кубическихъ метровъ. Эти цифры весьма наглядно свидѣтельствуютъ о тѣхъ большихъ количествахъ вулканическихъ продук-



Фиг. 86. Конецъ лавового потока, залившаго дома на остр. Санторинѣ.

товъ, которые можетъ доставить только одно изверженіе, но, несмотря на крупность этихъ цифръ, они значительно уступаютъ той массѣ осадка, которую выносятъ въ моря и океаны рѣки.

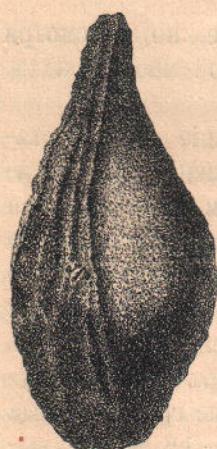
При остываніи лава переходитъ въ твердое состояніе и представляетъ каменистую пористую массу; эта пористость—явленіе крайне характерное для застывшей лавы, обусловлена выдѣленіемъ изъ нея при остываніи паровъ и газовъ. Эти послѣдніе производятъ не только мелкія поры, но часто и крупныя полости или гроты, указывающіе на то, что пары и газы могли образовать при охлажденіи лавы и значительный скопленія. Гумбольдтъ наблюдалъ въ одномъ изъ современныхъ потоковъ такую полость до двухъ метровъ длины и въ одинъ метръ высоты. Другіе наблюдатели указываютъ въ лавовыхъ потокахъ цѣлые гроты, иногда тянущіеся на 1,600 метровъ длины, при ширинѣ 16—18 и при высотѣ 11—12 метровъ. Количество поръ въ лавѣ измѣняется по мѣрѣ углубленія въ лавовый потокъ и обыкновенно нижніе горизонты этого послѣдняго значительно бѣднѣе порами верхніхъ. Однообразная по наружному виду лава разлагается подъ микроскопомъ и, какъ подробнѣе увидимъ далѣе, она является весьма сложною горною породою, представляющею ясные признаки плавленія. Во всякомъ случаѣ, всякая лава состоитъ изъ комбинаціи различныхъ минераловъ, вкрапленныхъ въ

стекловидную основную массу. Уже по цвету лава можно легко подразделить ихъ на двѣ группы: лавы базальтовыя и трахитовыя, въ которыхъ различаются, въ свою очередь, нѣсколько разностей. Базальтовая лава обладаетъ темнымъ, иногда чернымъ цветомъ, тогда какъ трахитовая — обыкновенно гораздо свѣтлѣе. Точно также въ нихъ есть и химическое различіе:

	Нормально- трахитовая.	Нормально- базальтовая.
Кремневой кислоты	76,67%	48,47%
Глинозема и окиси желѣза.	14,23 »	30,16 »
Извѣсти	1,44 »	11,87 »
Магнезій	0,28 »	6,89 »
Кали	3,20 »	0,65 »
Натра	4,18 »	1,96 »

Нѣкоторые лавовые потоки имѣютъ неоднородное строеніе вслѣдствіе того, что среди однообразной лавы могутъ запутываться куски шлаковъ. Рейсъ въ лавахъ Тенерифа неоднократно наблюдалъ такое строеніе и даже назвалъ эти породы „агломератными лавами“. Подобную лаву описалъ Абихъ подъ именемъ „туфовой лавы“ изъ одного потока Алагѣза въ Армении. Кромѣ того, надо имѣть въ виду, что въ лаву могутъ попадать и продукты рыхлыхъ изверженій вулкана, которые также должны нарушить однообразіе ея строенія.

Четвертую группу продуктовъ, доставляемыхъ вулканами на дневную поверхность, представляютъ рыхлые продукты, каковыми являются: камни, вулканическія бомбы, рапиллы или лапилли, вулканическій песокъ и вулканическій пепель. Въ періодъ покоя вулкана края кратера разрушаются и, обваливаясь, засыпаютъ его дно. При возобновленіи вулканической дѣятельности, начинающіе вырываться изъ кратера пары воды часто обладаютъ такою значительною силою, что могутъ механически увлекать отдѣльные камни и поднимать ихъ на болѣе или менѣе значительную высоту. Часть этихъ камней снова падаетъ въ кратеръ, часть же будетъ отлагаться на склонахъ вулкана.



Фиг. 87. Вулканическая бомба.

Пары воды и газы, вырывающіеся изъ кратера вулкана въ то время, когда въ этомъ послѣднемъ находится огненно-жидкая лава, могутъ захватывать куски ея и поднимать, вращая, высоко въ атмосферу, гдѣ эти куски будутъ застывать, принимая ту форму, которая обусловлена вращеніемъ ихъ еще въ жидкому состояніи. Само наименование „вулканическія бомбы“ показываетъ, что такие продукты должны напоминать своею формою обыкновенную, артиллерийскую бомбу, хотя въ дѣйствительности находятъ значительный уклоненія отъ такой формы, выражаяющіяся главнымъ образомъ тѣмъ, что значительная часть вулканическихъ бомбъ

является вытянутою болѣе значительно по какому-нибудь одному направлению (фиг. 87). Размеры вулканическихъ бомбъ обыкновенно колеблются отъ размѣровъ кулака до человѣческой головы. Впрочемъ, встрѣчаются бомбы и болѣе крупныхъ размѣровъ. Котопахи однажды выбросилъ вулканическую бомбу (въ 1533 г.) діаметромъ въ три метра.

Высота, на которую выбрасывается такой материалъ, поразительна. Этна иногда выбрасываетъ его до высоты 2,000 метровъ. Везувій выбрасывалъ въ 1779 году камни до высоты 3,000 метровъ.

Если выдѣленіе паровъ воды изъ расплавленной огненно-жидкой массы, находящейся въ кратерѣ, идетъ болѣе равномѣрно по всей массѣ и струями менѣе значительными, чѣмъ при происхожденіи вулканическихъ бомбъ, то и куски огненно-жидкой лавы, механически увлекаемые водяными парами и газами, будутъ менѣе значительны. Такому застывшему материалу, представляющему рыхлую зернистую массу, даютъ общее название скорій, а въ Италии называютъ ихъ рапилли или лапилли. Если размѣры застывшихъ частицъ невелики и въ общемъ такой продуктъ напоминаетъ обыкновенный песокъ, то ему даютъ наименованіе вулканическаго песка; если же степень измельченія наиболѣе тонкая, то его называютъ вулканическимъ пепломъ. Какъ вулканический песокъ, такъ и пепель могутъ быть поднимаемы паро- и газообразными продуктами на значительную высоту и дѣлаться, о чѣмъ говорено было раньше, достояніемъ вѣтра. Въ 1877 году съ 30 июня въ Гуайакиль, въ Эквадорѣ, четыре дня шелъ дождь вулканическаго пепла; по показаніямъ Вольфа, онъ состоялъ изъ частицъ полевого шпата и магнитнаго желѣзника, во взаимныхъ отношеніяхъ которыхъ наблюдались колебанія. Такъ, въ послѣдній день выпаденія этого дождя онъ былъ чернѣе отъ большей примѣси магнитнаго желѣзника. Во все время выпаденія дождя надъ Кордильерами стояли тучи дыма.

Изученіе вулканическаго пепла подъ микроскопомъ показало, что онъ всегда состоитъ изъ измельченного материала лавы. Пепель Везувія, напр., составленъ обломками авгита и лейцита, съ примѣсью небольшого количества оливина и большого числа обломковъ вулканическаго стекла. Пепель Этны состоитъ, главнымъ образомъ, изъ обломковъ: полевого шпата, авгита, стекла и магнитнаго желѣзника. Нерѣдко въ пеплѣ къ этимъ измельченнымъ частямъ лавы примѣшиваются и продукты возгона. Такъ, въ пеплѣ Везувія, выпавшемъ послѣ сильнаго его изверженія въ апрѣль 1872 г., было найдено 0,9% солей: хлористыхъ соединеній амміака, натрія, калія, магнія и сърнокислой извести.

Количество выбрасываемыхъ рыхлыхъ продуктовъ, въ особенности скорій, песка и пепла иногда громадно. Одно изъ наиболѣе сильныхъ изверженій пепла и другихъ продуктовъ наблюдалось въ 1815 году изъ вулкана Темборо. Пепель, вмѣстѣ съ другими продуктами, совершенно засыпалъ городъ того же имени, а на морѣ образовалъ плавающей слой на пространствѣ 500 километровъ вокругъ горы. Полагаютъ, что при этомъ изверженіи выпало не менѣе 1,400 куб. километровъ ры-

хлыхъ продуктовъ. Не менѣе значительное выпаденіе рыхлыхъ продуктовъ представилъ вулканъ Коcегвина въ Никарагуа въ 1835 г. Пепель и лапилли, выброшенные этимъ вулканомъ, заняли районъ въ 1,500 километровъ; деревни, находящіяся въ разстояніи 40 километровъ отъ вулкана, были покрыты слоемъ рыхлыхъ продуктовъ болѣе пяти метровъ толщины; въ общемъ, вычисляютъ объемъ рыхлыхъ продуктовъ этого изверженія, по крайней мѣрѣ, въ 3,000 кубическихъ километровъ. При изверженіи Кракатау, въ 1883 г., рыхлые продукты, скопившіеся только около вулкана, представили массу въ 150 миллионовъ куб. метровъ.

Пятую группу вулканическихъ продуктовъ составляетъ, такъ называемая въ Италии, *lava d'aqua*, или водная лава, или, какъ другое называютъ этотъ продуктъ, потокъ грязи. Водяные пары, поднимаясь изъ вулкановъ въ холодные слои атмосферы, сгущаются въ тучи и раз-



Фиг. 88. Водопадъ огненно-жидкой лавы при изверженіи Эtnы.

ражаются болѣе или менѣе проливными дождями и грозами. Дождь, падая на дневную поверхность, будетъ встрѣтить на своемъ пути выбрасываемые изъ вулкана песокъ и пепель, смѣшиваться съ ними и выпадать на поверхность вулкана въ формѣ жидкой грязи. Такой материалъ можетъ образовать, болѣе или менѣе, мощные потоки грязи или водной лавы, материаломъ для которой, въ свою очередь, могутъ служить уже раньше выпавшіе зола и песокъ. Съ крутого склона вулкана такие потоки сбѣгаютъ весьма быстро и, встрѣтивъ у подножія его мѣстности болѣе пологія, отлагаются механически-взвѣшенный въ нихъ материалъ въ большомъ количествѣ. Впрочемъ, на другихъ вулканахъ потокъ грязи можетъ образоваться и нѣсколько иными способами. Такъ, на вершинѣ Котопахи (5,904 м.), гдѣ лежитъ вѣчный снѣгъ, выходъ паровъ и газовъ обусловливаетъ его таяніе и появленіе массы воды, которая, смѣшиваясь съ пескомъ и иепломъ, даетъ громадные потоки грязи. Точно также такой потокъ грязи можетъ появиться изъ вулкана, который давно не дѣйствовалъ и въ кратерѣ котораго уже образовалось озеро. Такъ изъ вулкана Имбабуру (1691 г.), послѣ сильнаго изверженія, вышелъ потокъ грязи, въ которой находили массы мертвай рыбы.

То же наблюдалось и при извержении Каргуаирао (1798 г.). Заливание потокомъ грязи какъ окрестностей вулкана, такъ и многихъ деревень и городовъ представляетъ довольно частое явленіе, которымъ, между прочимъ, объясняютъ и гибель Геркуланума, Помпеи и Стабии въ 79 году послѣ Р. Х. При извержении Котопахи, въ 1877 году, наблюдался потокъ грязи, имѣвшій на склонѣ вулкана до 60 метровъ глубины. Въ мѣстахъ болѣе низкихъ и уже культивированныхъ онъ бѣжалъ со скоростью 10 метровъ въ секунду. При извержении вулкана Попандаянга, въ 1772 году, грязный потокъ имѣлъ 12 километровъ длины и до 4 километровъ ширины. Отлагающійся изъ подобныхъ потоковъ грязи матеріалъ образуетъ горную породу, за которой сохраняютъ наименование вулканическаго туфа, хотя этотъ послѣдній можетъ образоваться въ силу цементировки рыхлыхъ продуктовъ и другимъ какимъ-либо матеріаломъ.

Явленія, сопровождающія изверженіе вулкана. — Изъ другихъ проявленій дѣятельности вулкана должно упомянуть о подземномъ гулѣ или трескѣ, сопровождающемъ изверженіе, о землетрясеніяхъ, о такъ называемыхъ огнѣ и дымѣ, обѣ электрическихъ явленіяхъ и о появленіи волнъ какъ въ водныхъ бассейнахъ, такъ и въ атмосферѣ. Почти всякое изверженіе сопровождается подземнымъ гуломъ, степень напряженности котораго, а равно и распространеніе бываютъ различны. Вообще можно замѣтить, что наиболѣе сильная напряженность гула или треска соотвѣтствуетъ обыкновенно наиболѣе сильнымъ изверженіямъ вулкана. Гулъ или трескъ иногда бываетъ слышенъ на разстояніи 700 — 800 километровъ отъ вулкана. При извержении Котопахи въ 1877 году онъ шелъ съ значительной глубины и былъ слышенъ въ разстояніи 350 километровъ отъ вулкана. Точно также и землетрясенія составляютъ непремѣнную принадлежность дѣятельности вулкана и большою частью сопровождаютъ подземный гулъ.

Обыкновенно принято, при описаніяхъ вулканическихъ изверженій, употреблять термины „огонь“ и „дымъ“. Примѣненіе ихъ къ вулканамъ, впрочемъ, должно быть ограничено извѣстнымъ смысломъ, отличающимъ ихъ отъ обыкновенного въ общежитіи огня и дыма, являющихся продуктами извѣстныхъ химическихъ реакцій и неполного сгоранія. Выдѣленіе горящихъ газообразныхъ продуктовъ настолько ничтожно, что ими никоимъ образомъ нельзя объяснить того огня, который появляется во время изверженія надъ кратеромъ вулкана. Здѣсь подъ именемъ огня надо понимать отраженіе расплавленной огненно-жидкой лавы въ столбѣ водяныхъ паровъ, вырывающихся изъ кратера. А потому, такъ называемый, „огонь“ можетъ быть виденъ только тогда, когда въ кратерѣ появилась расплавленная огненно-жидкая лава. Этотъ огонь необыкновенно эффектенъ ночью и при сильныхъ изверженіяхъ поднимается высоко надъ кратеромъ вулкана. При изверженіи Везувія въ 1822 году высота огня, по Монтичелли, равнялась 3,000 метрамъ, а Вольфъ опредѣляетъ высоту огня при изверженіи Котопахи, во время сильнаго изверженія 26 июня 1877 года, въ 10,000 метровъ. Изслѣдуя спектръ

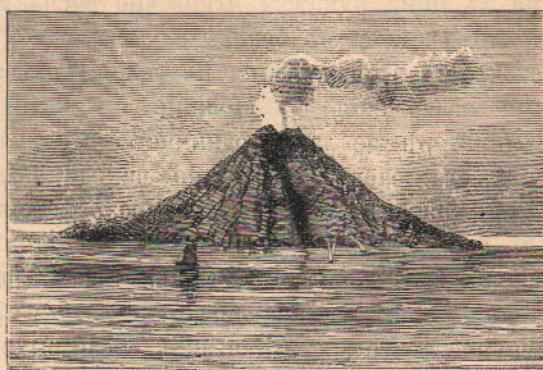
такъ называемаго огня, Янсепъ обнаружилъ линіи, соотвѣтствующія хлору, углероду, мѣди и водороду.

Точно также и „дымъ“ не представляетъ ничего общаго съ извѣстнымъ въ общежитіи неполнымъ сгораніемъ органическихъ веществъ. Въ вулканахъ „дымъ“ обнаруживается въ то время, когда пары воды начинаютъ выносить на дневную поверхность рыхлые вулканическіе продукты; эти послѣдніе, окрашивая водяной паръ въ темный цвѣтъ, сообщаютъ ему сходство съ обыкновеннымъ дымомъ и, конечно, чѣмъ болѣе выносится этихъ продуктовъ, тѣмъ интенсивнѣе должна быть окраска. Въ тихую погоду и при отсутствіи вѣтра въ верхнихъ слояхъ атмосферы этотъ, такъ-называемый, „дымъ“ возвышается надъ вулканомъ, напоминая собою итальянскую сосну.

Изверженіе представляетъ собою мощный источникъ электрическихъ явлений. Наблюденіями Пальміери надъ Везувиемъ можно считать доказаннымъ, что пары и газы электризуются положительно, тогда какъ пепель—отрицательно. Сильныя изверженія, доставляющія въ атмосферу громадный запасъ воды, сопровождаются большою частью проливными дождями и сильными грозами. Колебаніе суши подъ вліяніемъ изверженій передается и днусосѣднаго водного бассейна, а это въ свою очередь вызываетъ появленіе на его поверхности болѣе или менѣе значительныхъ волнъ, что въ свою очередь дѣйствуетъ крайне разрушительно на прибрежныя мѣстности. Громадный запасъ выбрасываемыхъ вулканами паровъ и газовъ и рыхлыхъ продуктовъ долженъ вліять на состояніе атмосферы, вызывая значительныя колебанія воздуха. При сильномъ изверженіи Кракатау въ 1883 г. воздушная волна ощущалась почти на всей земной поверхности. Въ Берлинѣ ее наблюдали чрезъ 10 часовъ послѣ изверженія, такъ что она двигалась со скоростью, нѣсколько менѣе 1,000 километровъ въ часъ. Въ этомъ же году въ концѣ ноября наблюдалось почти во всей Европѣ окрашиваніе во время зари горизонта въ пурпуровый цвѣтъ. Нѣкоторые ученые это явленіе ставятъ въ зависимость отъ изверженія Кракатау и объясняютъ эту окраску тою тонкою частью вулканическаго пепла, которая была поднята воздушными теченіями на высоту не менѣе 60,000 метровъ.

Послѣдовательность при изверженіяхъ вулкановъ. — Дѣйствующіе нынѣ вулканы доставляютъ вышеупомянутые продукты на дневную поверхность не постоянно, наблюдаются периоды покоя, занимающіе иногда весьма значительные промежутки времени. Во время дѣятельности вулкана соблюдается извѣстная послѣдовательность въ доставленіи вышеописанныхъ продуктовъ на дневную поверхность, причемъ нѣкоторые ученые употребляютъ опредѣленную терминологію, которую желаютъ охарактеризовать дѣятельность вулкановъ въ данное время. Такъ, когда вулканъ доставляетъ только газы и продукты возгонки, говорятъ, что онъ находится въ состояніи дѣятельности сольфатары. Подъ этимъ именемъ извѣстенъ вулканъ, начавшій свою дѣятельность задолго до Р. Х.; находится онъ постоянно въ одинаковой степени напряженности до нашихъ дней, выдѣляя только пары воды и

нѣкоторые газы. Если столбъ водяныхъ паровъ, вырывающихся изъ вулкана, окрашенъ ночью на подобіе огня, то говорятъ, что онъ находится въ состояніи дѣятельности Стромболи. Подъ этимъ именемъ извѣстенъ одинъ изъ вулкановъ, находящихся въ группѣ Липарскихъ острововъ и сохранившій въ теченіе 3000 лѣть одну и ту же степень дѣятельности. Онъ находится въ высшей степени напряженія: постоянно содержитъ въ кратерѣ лаву и столбъ его водяныхъ паровъ окрашенъ отраженіемъ огненно-жидкой лавы. Этотъ столбъ обладаетъ такимъ яркимъ свѣтомъ, что Стромболи служить лучшимъ маякомъ для мореплавателей.



Фиг. 89. Вулканъ Стромболи (изъ группы Липарскихъ острововъ).

Выходъ на дневную поверхность вышеописанныхъ продуктовъ изверженія и самое развитіе изверженія всегда совершаются съ нѣкоторою послѣдовательностью и законностью, которая даетъ возможность опредѣлить фазу дѣятельности, въ которой находится вулканъ, и предсказать конецъ изверженія.

Первый и всегдашній предвѣстникъ приближающагося изверженія есть подземный, подобный грому, ударъ, который потрясаетъ или всю почву окрестностей, или ограничивается только однимъ основаніемъ вулкана. Въ послѣднемъ случаѣ слѣдствиемъ подземного удара бываетъ появленіе на конусѣ глубокихъ трещинъ, которые открываютъ новые пути для выхода продуктовъ изверженія; образованныя такимъ образомъ трещины имѣютъ иногда значительные размѣры. Въ 1861 году Везувій далъ трещину, которая дошла до самого берега моря, т.-е. протянулась на нѣсколько верстъ. За первымъ ударомъ обыкновенно слѣдуетъ второй, третій и т. д.

Вскорѣ послѣ подземныхъ ударовъ изъ кратера начинаетъ вырываться столбъ паровъ воды и газовъ, которые и продолжаютъ выходить оттуда во все время изверженія или непрерывно, или иногда периодически, чрезъ нѣсколько минутъ послѣ каждого удара. Послѣднее явленіе, где означеннная периодичность опредѣлялась пятью минутами, наблюдалось въ Везувіи въ 1871 году. Высота, на которую поднимаются пары, и сила, ихъ выбрасывающая, все увеличиваются, по мѣрѣ усиленія дина-

мической напряженности въ дѣятельности вулкана. Обыкновенно увеличение столба водяныхъ паровъ служить признакомъ для определенія дальнѣйшаго развитія динамической дѣятельности: чѣмъ выше столбъ, тѣмъ скорѣе надо ожидать выхода лавы на дневную поверхность.

Пары воды, достигнувъ предѣльной высоты своего поднятія, скоро сгущаются тамъ въ облака, которыя и разражаются проливнымъ дождемъ, сопровождаемымъ нерѣдко грозою. Камни же, падая внизъ, попадаютъ или на склоны кратера и этимъ самымъ быстро повышаютъ ихъ, или возвращаются опять въ кратеръ, откуда пары воды выбрасываютъ ихъ снова. Температура ихъ при паденіи такъ высока, что приложенная въ это время къ нимъ бумажка мгновенно воспламеняется.

Около того же времени въ боковыхъ трещинахъ или въ самомъ кратерѣ появляется лава. Появленіе ея въ боковыхъ трещинахъ конуса дѣлаетъ подобныя изверженія чрезвычайно опасными для населенія окрестностей. Въ кратерѣ же лава поднимается то очень медленно, то быстро и, достигнувъ его краевъ, обыкновенно находитъ себѣ выходъ чрезъ болѣе низкій край кратера, переливаясь чрезъ который и начинаетъ вытекать. Выходъ ея на дневную поверхность въ этомъ случаѣ представляется менѣе опаснымъ; она обыкновенно, пройдя по склону конуса нѣкоторое разстояніе, скоро останавливается, хотя и были случаи ея довольно быстраго поступательного движения. Если выходъ лавы вообще опасенъ для окрестнаго населенія, тѣмъ не менѣе человѣкъ иногда можетъ бороться съ этимъ явлѣніемъ. Такъ, напримѣръ, жители окрестностей Этны, внимательно слѣдящіе за своимъ вулканомъ, въ случаѣ появленія въ кратерѣ лавы, общими усилиями, искусственными работами, стараются понизить одинъ изъ краевъ кратера, дабы дать лавѣ выходъ въ сторону, гдѣ нѣть населенія. Жители Катаніи защищаютъ свой городъ отъ лавового потока особенною стѣною, при помощи которой отклоняютъ первоначальное направление движения лавы. Точно также стараются на пути движения лавового потока выкачивать колодцы, потому что встрѣча ихъ съ огненно-жидкою лавою обусловливаетъ страшные взрывы, опустошающіе окрестности. Движеніе лавы можетъ быть однообразное, плавное или порывистое и периодическое, какъ и выбрасываніе паровъ и камней изъ вулкана. Выходъ лавы изъ кратера при небольшихъ изверженіяхъ незначителент; другое дѣло, когда изверженіе сильно и когда доставляется большое количество лавы. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ лава выливается и начинаетъ болѣе быстрое, а иногда стремительное поступательное движеніе сверху внизъ по склонамъ вулкана. Смотря по тому, какова ея консистенція и какъ велика ея масса, она то доходитъ, не отвердѣвая, только до половины склона конуса, то удаляется отъ кратера на значительное разстояніе. Отъ массы лавы зависитъ и скорость ея теченія. Лишь только она успѣеть выйти изъ кратера, какъ ея поверхность уже покрыта болѣе или менѣе тонкимъ слоемъ шлака. Впрочемъ, кора эта еще не въ состояніи задержать ее; движеніе всетаки продолжается, и выступившая изъ-подъ шлака лава снова покрывается корой и т. д., до тѣхъ поръ, пока не остынетъ или

пока не прекратится доставка ея изъ вулкана. Ночью такой лавовый потокъ ярко свѣтится, днемъ же покрытъ многочисленными фумаролами.

Во время нахожденія въ кратерѣ лавы, вырывающіеся изъ нея водяные пары увлекаютъ куски ея и образуютъ вулканическія бомбы, а если струи водяного пара представляются разсѣянно выходящими изъ огненно-жидкой лавы, то они выносятъ или лапилли, или песокъ, или пепель. Если въ это время сгустившіеся водяные пары разражаются дождемъ и грозами, то образуются крайне опасные потоки водной лавы; если же такого явленія нѣть, то рыхлые продукты могутъ высоко подниматься въ атмосферу и уноситься иногда далеко вѣтромъ. Обыкновенно принимаютъ обильный выходъ изъ кратера пепла за конецъ сильной напряженности вулкана.

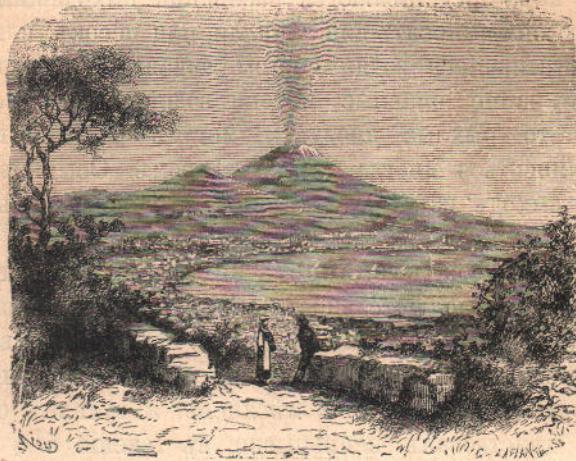
Число и продолжительность изверженій.—Относительно числа изверженій и продолжительности дѣятельности данного вулкана до сихъ поръ нельзя вывести опредѣленного закона. Изверженіе, напр. Везувія, то продолжается пять дней, то тянется 25 дней, изверженіе Этны 1852 года продолжалось 9 мѣсяцевъ, а вулканъ острова Ланцерота однажды дѣйствовалъ непрерывно въ теченіе $5\frac{1}{2}$ лѣтъ. Ключевская сопка обыкновенно дѣйствуетъ подъ рядъ не болѣе недѣли и т. д. Нѣкоторые изъ вулкановъ, разъ обнаруживъ дѣятельность, продолжаютъ ее постоянно; къ такимъ принадлежать, какъ указано выше, Стромболи и Сангай. Другіе произвели въ историческія времена изверженіе только одинъ разъ, и на этомъ успокоились, какъ напр., Монте-Нуово. Не одинаковы и промежутки между изверженіями одного и того же вулкана. Замѣчено, что высокіе вулканы имѣютъ рѣдкія и сильная изверженія, низкіе же, наоборотъ—частыя и слабыя. Периодъ покоя иногда громаденъ; такъ, вулканъ Монте Эпомео (Искія) имѣлъ отдыхъ отъ 360 г. до Р. Х. по 1302 г.; вулканъ Ланцерота—отъ 1736 до 1824 г. и т. д.

По вычисленію нѣкоторыхъ ученыхъ, число всѣхъ извѣстныхъ изверженій равно 1,297. Для нѣкоторыхъ вулканическихъ областей констатировано, что въ лѣтніе мѣсяцы изверженія бываютъ чаще, чѣмъ въ зимніе. Такъ, въ Исландіи наиболѣе страшныя изверженія бываютъ лѣтомъ и въ особенности вслѣдь за крайне теплою зимою. Въ Чили отношеніе числа лѣтнихъ изверженій къ зимнимъ равно 28 : 2. Допускаютъ также въ нѣкоторыхъ вулканахъ периодичность изверженій. Котопахи и Тунгурагуа имѣютъ одно, рѣдко два изверженія въ столѣtie. Ключевская сопка повторяетъ свои изверженія чрезъ 7—8 лѣтъ, Гекла—чрезъ 70 или 80 лѣтъ, изверженія Этны, по Вальтерсгаузену, бываютъ чрезъ шесть лѣтъ.

Вулканическій округъ Неаполя. Везувій. Чтобы имѣть болѣе ясное представление о дѣятельности вулкановъ, остановимся пѣсколько на Везувій—этомъ единственномъ дѣйствующемъ материковомъ вулканѣ Европы. Онъ принадлежитъ къ вулканамъ наиболѣе изученнымъ, потому что свѣдѣнія о его дѣятельности имѣются съ глубокой древности.

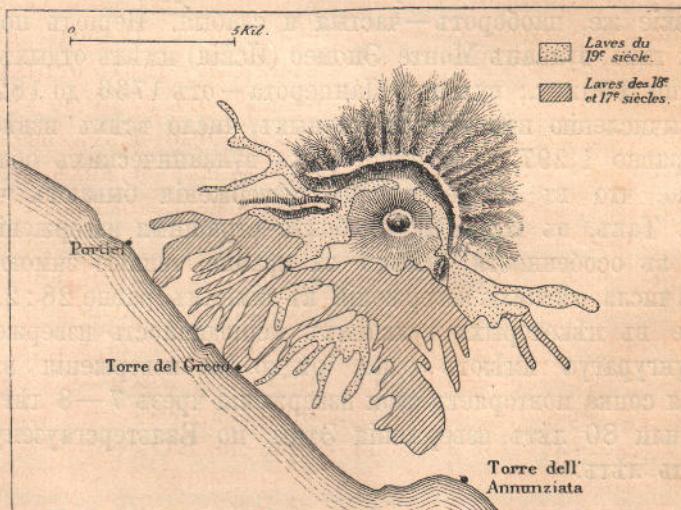
Везувій находится почти на сѣверо-востокѣ отъ Неаполя. То, что обыкновенно называютъ Везувіемъ, представляетъ гору, поднимающуюся на 1,240 метровъ надъ

уровнемъ моря и состоящую не изъ одного вулканическаго конуса, а изъ двухъ изъ которыхъ одинъ окружаетъ съ сѣвера другой, какъ бы валомъ (фиг. 90 и 91). Если слѣдить виѣшній конусъ съ сѣверной стороны, то можно видѣть, что онъ, поднимаясь постепенно до высоты 1,060 метровъ, заканчивается крутымъ обрывомъ,



Фиг. 90. Общий видъ на Везувій.

опускающимся почти отвѣсными стѣнами до 300 метровъ высоты въ прилегающую долину. Этотъ полуокольцебразный валъ называютъ Монте-Сомма; за нею къ Везувію слѣдуетъ долина Атріо-дель-Кавалло; изъ этой-то долины и поднимается черный одноформенный конусъ, которому даютъ наименование Monte Vesuvio и который под-



Фиг. 91. Везувій и Монте-Сомма въ планѣ.

нимается надъ долиною на 480 метровъ. Съ южной, а отчасти и съ западной стороны Монте-Сомма является размытою и уничтоженою лавовыми потоками, хотя нѣть сомнѣнія, что она нѣкогда представляла вполнѣ замкнутый валъ. Слѣды отъ этого размыванія сохранились какъ на юго-западѣ отъ Везувія, такъ и на юго-востокѣ въ

видѣ небольшихъ оазисовъ Монте-Соммы—и однимъ изъ нихъ, юго-западнымъ, воспользовались: на немъ построена обсерваторія для наблюденія за вулканомъ. Въ видѣ схемы весь вулканъ можно изобразить прилагаемымъ рисункомъ (фиг. 92). Сомма, судя по слоистости, которая замѣчается со стороны Атріо-дель-Кавалло, представляетъ древнѣйшій вулканическій конусъ; иѣстами горизонтальные слои ся прорѣзаны вертикально-стоящими дайками.

О дѣятельности Везувія имѣются свѣдѣнія съ глубокой древности. Въ окрестностяхъ этого вулкана были первыя греческія колоніи, и эти мѣста посѣщались учеными греками. Первые свѣдѣнія о вулканической дѣятельности этой горы относятся къ 63 г. послѣ Р. Х. Въ этомъ году дѣятельность вулкана обнаружилась землетря-



Фиг. 92. Разрѣзъ Везувія съ сѣвера на югъ.

а—Монте-Сомма, б—Атріо-дель-Кавалло, с—Пунто-дель-Поло, д—кратеръ 1822 г., е—Камальдоли, ф—Торре-дель-Аннуциата.
1—туфъ, 2—туфъ и лейцитофибръ Соммы, 3—конусъ изъ болѣе новыхъ отложений и 4—жилы лавы.

сеніемъ, тогда какъ до указанного времени, по показаніямъ Плутарха, Везувій ничѣмъ не отличался отъ другихъ горъ, кромѣ своей формы. Въ это время Везувій имѣлъ весьма правильную форму и возвышался не двумя пунктами, какъ теперь, а вершина его представляла правильное очертаніе усѣченного конуса. На вершинѣ, по показаніямъ того же ученаго, находился кратеръ съ крутыми боками, покрытыми дикимъ виноградникомъ. Склоны конуса были покрыты прекрасно-воздѣланными плодоносными полями, а при подножіи находились многолюдные города — Геркуланумъ и Помпея. Первое замѣчательное изверженіе, о которомъ известно изъ временъ исторіи, произо-



Фиг. 93. Современный Везувій. Фиг. 94. Везувій временъ Страбона.

шло въ 79 году послѣ Р. Х. Описаніе его оставилъ Пліній младшій. Это было то самое изверженіе, при которомъ разрушены три города: Геркуланумъ, Помпея и Стабія. Судя по свидѣтельству Плінія, оказывается, что и тогда въ явленіяхъ, сопровождающихъ изверженіе, наблюдалась та же законность, что и теперь. Изверженіе началось сильными подземными ударами, колебавшими почву. Колебаніе это было настолько сильно, что много морскихъ животныхъ было выброшено на берегъ. Вышли ли лавы при этомъ изверженіи — неизвѣстно, но вполнѣ опредѣлено, что въ это время было выброшено громадное количество рыхлыхъ вулканическихъ продуктовъ. Можно думать, что именно послѣ этого изверженія появился Везувій, такъ какъ до него, по вышеприведенному свидѣтельству Плутарха, былъ одинъ только кратеръ — Атріо-дель-Кавалло (см. фиг. 93 и фиг. 94).

Послѣ 79 года снова упоминается объ изверженіи этого вулкана въ 1036 г., сопровождавшемся, какъ вполнѣ достовѣрно извѣстно, выходомъ лавового потока. Чрезъ нѣсколько лѣтъ изверженіе повторилось въ 1049 году, а затѣмъ въ 1138 или

1139 гг. Затѣмъ, наблюдается перерывъ по крайней мѣрѣ въ 168 лѣтъ до 1306 г. Съ этого послѣдняго года Везувій почти смолкъ до 17 столѣтія (до 1631 года); во весь этотъ промежутокъ времени было одно слабое изверженіе въ 1500 году. Зато Эта въ этотъ періодъ времени находилась въ состояніи довольно сильной дѣятель-



Фиг. 95. Кратеръ Везувія въ день изверженія 17 іюня 1755 г. Съ юго-западной стороны.

ности, что подаетъ поводъ думать, что въ двухъ сосѣднихъ вулканахъ какъ бы есть зависимость въ ихъ динамической напряженности. Въ 1631 году, Брачини, посѣтившій Везувій, описываетъ его слѣдующимъ образомъ: «Кратеръ имѣлъ пять миль въ



Фиг. 96. Изверженіе Везувія въ 1858 г.

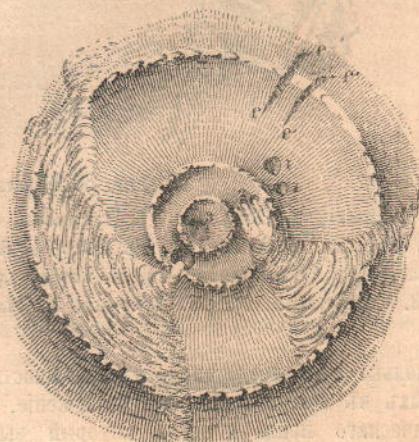
окружности и почти тысячу шаговъ въ глубину; бока его покрыты мелкимъ лѣсомъ, а на днѣ находилась равнина, на которой пасся скотъ. Въ лѣсистыхъ частяхъ часто укрывались кабаны. Одно мѣсто въ равнинѣ, покрытое пепломъ, представляло три небольшие пруды, изъ которыхъ одинъ содержалъ горячую и горькую воду, въ въ другомъ — вода была солонѣе морской, а третій — имѣлъ воду теплую и безвкус-

ную». Въ указанномъ году семь лавовыхъ потоковъ сразу вылились изъ кратера, разрушивъ нѣсколько деревень, а въ томъ числѣ и Резину, расположенную на томъ мѣстѣ, гдѣ былъ Геркуланумъ.

Съ XVII столѣтія въ Везувіи наблюдается почти постоянная дѣятельность съ промежутками, рѣдко превышающими 10—20 лѣтъ, а потому пришлось бы представить цѣлый списокъ лѣтъ, въ которыхъ были изверженія. Упомянемъ только о томъ, что съ конца восемнадцатаго столѣтія до сильнаго изверженія 1822 года главный кратеръ Везувія сильно измѣнился; онъ постепенно наполнился лавою и обломками краевъ кратера и вмѣсто углубленія представлялъ неровную и каменистую площадку, изъ трещинъ которой выдѣлялись водяные пары. Октябрьское изверженіе 1822 года, продолжавшееся двадцать дней, выбросило изъ кратера всю лаву и обломки и образовало эллиптической формы воронкообразное углубленіе до трехъ миль въ окружности и глубиной, по словамъ нѣкоторыхъ, до 610 метровъ. Это и было то знаменитое изверженіе, при которомъ столбъ водяныхъ паровъ поднимался до высоты 3,000 метровъ.

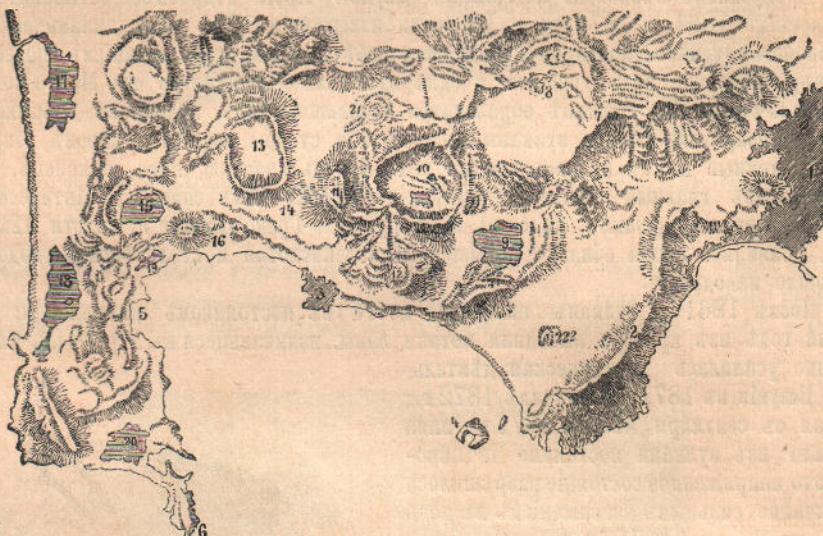
Пропускаемъ нѣсколько изверженій Везувія, чтобы подробнѣе остановиться на изверженіяхъ 1861 и 1872 года. Во время изверженія 1861 года, динамическая напряженность вулкана, долго не находившая себѣ выхода, подъ влияниемъ подземныхъ ударовъ, образовала рядъ трещинъ и одна изъ нихъ направилась отъ Монте-Соммы къ Торре-дель-Греко. По трещинѣ образовался небольшой рядъ вулкановъ, насыщенныхъ рыхлыми продуктами, и эти вулканы выбрасывали столбы водяныхъ паровъ, окрашенныхъ въ темный цвѣтъ вулканическимъ пепломъ; къ счастью, лава, наконецъ, нашла выходъ черезъ главный кратеръ, и Торре-дель-Греко былъ спасенъ. Интересно, что послѣ образования трещинъ, колодцы въ Торре-дель-Греко изсякли и, спустя нѣкоторое время, появились снова обильно насыщенные углекислотой и столь богатые водою, что произошло наводненіе.

Послѣ 1861 г. вулканъ находился почти въ постоянномъ напряженіи; почти каждый годъ изъ кратера выходили потоки лавы, изливавшіеся въ Атріо-дель-Кавалло. Особенно усилилась динамическая дѣятельность Везувія въ 1871 и въ началѣ 1872 г.; начиная съ сентября мѣсяца 1871 г., лава вытекала изъ вулкана постоянно и, наконецъ, это напряженное состояніе разрѣшилось чрезвычайно сильнымъ изверженіемъ въ ночь съ 25 на 26 апрѣля 1872 года. Въ концѣ 1871 года на вершинѣ Везувія находилась площадка. Нѣсколько ближе къ восточному краю ея наблюдался главный кратеръ, а на другомъ концѣ маленький побочный, насыщенный вулканическимъ пескомъ и пепломъ, конусъ. Изъ главнаго кратера вылеталъ столбъ паровъ, выбрасывавшій камни; маленький конусъ, дѣйствовавшій самосто- тельно, также доставлялъ струю водяного пара. Весьма интересно, что доставка продуктовъ изъ главнаго кратера и изъ побоч- ного конуса шла неравномѣрно; главный кратеръ дѣйствовалъ періодически: прибли- зительно чрезъ пять минутъ слышался до-вольно сильный подземный ударъ и одновре- менно съ нимъ наблюдалось выбрасываніе паровъ воды и камней. Изъ побочнаго конуса непрерывно струею вырывался водяной паръ, напоминая выдѣленіе пара изъ отверстія кипящаго самовара. Какъ быстро образуются побочные конусы, можно привести примѣры изъ времени того же изверженія Везувія. Въ мартѣ мѣсяцѣ 1872 года выше- описанная площадка на вершинѣ Везувія дала трещину, направлявшуюся отъ кратера



Фиг. 97. Кратеръ Везувія 15 Ноября 1867 г.
1 — большія трещины, 2, 3, 4 — дѣйству-
ющая отверстія.

къ побочному конусу; по этой трещинѣ скоро стали выдѣляться струи пара, выносившія вулканическій песокъ и пепель. Этотъ рыхлый матеріаъль сталъ непосредственно отлагаться вокругъ отверстій, изъ которыхъ выходилъ паръ, и въ два-три часа образовалъ рядъ побочныхъ конусовъ высотою, примѣрно, до одного метра. Впродолженіе марта лава выходила черезъ трещину у основанія Везувія и направлялась въ Атріо-дель-Кавалло. Выходъ лавы въ это время также былъ періодическимъ, какъ и выбрасываніе изъ кратера камней, т.-е. лава подвигалась толчками. Такъ было до ночи съ 25 на 26 апрѣля. Въ эту ночь потокъ лавы моментально выступилъ изъ кратера и потекъ такъ быстро, что изъ 200 человѣкъ, находившихся на Везувіи, немногимъ удалось спастись въ обсерваторію. Но и обсерваторія находилась въ критическомъ положеніи. Лава направилась изъ Атріо-дель-Кавалло двумя потоками, огибая обсерваторію, т.-е. потекла по старымъ, радиально расходящимся русламъ. Но на этотъ разъ одинъ изъ потоковъ отдѣлилъ боковую вѣтвь къ другому и такимъ образомъ отрѣзаль обсерваторію отъ подножія горы. Къ счастью, потокъ былъ не великъ и скоро застылъ, такъ что черезъ нѣ-



Фиг. 98. Карта Флегрейскихъ полей.

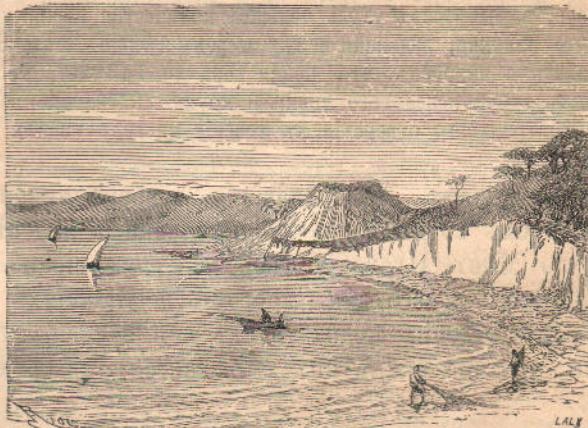
1. Неаполь, 2. Позилипо, 3. Пущуоли, 4. Низита, 5. Байская бухта, 6. Мыс Мизено-7. Камальдли, 8. Піанура, 9. Озеро Д'Аньяно, 10. М. Астрони, 11. М. Чильяно, 12. Соль, фатара, 13. Кампильоне, 14. М. Гауро, 15. Озеро Аверно, 16. М. Нуово, 17. Оз. Ликоло, 18. Оз. Фузаро, 19. Оз. Лукрино, 20. Маре-Морто, 21. Фосса-Лупара, 23. М. ди С. Тереза.

сколько дней представилась возможность освободить, истомленныхъ жаждой, заключенныхъ въ обсерваторіи. Это изверженіе, какъ и прочія, закончилось выдѣленіемъ вулканическаго пепла и песка, который выпадалъ даже на улицахъ Неаполя. Вершина Везувія послѣ этого страшнаго изверженія представила слѣдующую картину. Значительная часть верхней площадки исчезла. Въ томъ мѣстѣ, гдѣ находился побочный конусъ, образовался провалъ, но размѣры его были меньше главнаго кратера. Этотъ второй кратеръ послѣ изверженія оказался соединеннымъ съ первымъ, такъ что въ общемъ весь кратеръ Везувія имѣлъ бисквитообразную форму. Измѣнилась также послѣ этого изверженія и глубина кратера, сдѣлавшись равною 250 метрамъ.

Вулканы Флегрейскихъ полей.—Кромѣ Везувія, проявляющаго въ настоящее время наибольшее напряженіе вулканической дѣятельности, къ округу Неаполя принадлежитъ еще цѣлый рядъ потухшихъ вулкановъ, расположенныхъ на Флегрейскихъ поляхъ и вулканы острововъ Искіи и Прочиды.

Подъ именемъ Флегрейскихъ полей извѣстна вся береговая полоса Байскаго залива, расположенная къ западу отъ Неаполя. На этой полосѣ возвышается иѣсколько недѣйствующихъ въ настоящее время вулкановъ, относительно которыхъ имѣются свѣдѣнія съ глубокой древности. Изъ этихъ вулкановъ наиболѣе замѣчательны: Сольфатара, Лаго Д'Аньяно, Монте-Астрони, Монте-Нуово и Монте-Барбаро.

Изъ всѣхъ вулкановъ Флегрейскихъ полей одну только Сольфатару можно счи-тать за кратеръ еще не вполнѣ погасшій. По описанію Страбона, она съ самаго древняго времени проявляетъ все одну и ту же степень напряженности, постоянно давая выходъ водяныхъ парамъ вмѣстѣ съ газами сѣрнистой кислоты и сѣроводорода. Весь конусъ ея сложенъ изъ рыхлого матеріала (тракитового туфа), когда-то доставленного ею на дневную поверхность и поднимающагося надъ уровнемъ моря на 200 метровъ. Въ этомъ конусѣ находится очень плоскій кратеръ около 500 метровъ въ диаметрѣ; на днѣ его во многихъ мѣстахъ выдѣляются фумаролы, а въ одномъ мѣстѣ, въ боковой восточной стѣнѣ, находится отверстіе, начипающееся гротомъ, изъ котораго постоянно съ одною и тою же степенью напряженности выдѣляются вышеупомянутые газообразные продукты. Благодаря типичной дѣятельности Сольфатары, какъ указано выше, пользуются ея названіемъ для обозначенія подобнаго же напряженія дѣятельности всякаго другого вулкана. Такъ, напр., о всѣхъ потухшихъ кратерахъ, слѣдо-



Фиг. 99. Монте-Нуово. Байскій берегъ.

вательно, давно уже не извергавшихъ лаву, но выдѣляющихъ постоянно сѣрнистый газъ и сѣроводородъ вмѣстѣ съ парами воды, говорятъ, что они находятся въ состояніи или напряженіи Сольфатары, т.-е. вулкана, дающаго выходъ вышеуказаннымъ продуктамъ и вовсе не извергающаго лавы. Сольфатара знаменита, по древнимъ преданіямъ, какъ мѣсто входа въ адъ; находясь близъ нея, легко удостовѣриться въ причинахъ возникновенія такого преданія. Газы, выходя съ силой изъ отверстія, производить различные звуки, среди которыхъ можно различить то женскій голосъ, то басъ мужчины, то цѣлый рядъ криковъ и стоновъ и т. д.

Въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ Сольфатаро лежитъ другой потухшій вулканъ, занятый до послѣдняго времени небольшимъ озеромъ — Лаго Д'Аньяно. Изъ одной трещины, находящейся въ боку кратера Лаго Д'Аньяно, постоянно выдѣляется углекислота, а изъ другой, лежащей пососѣдству, амміакъ, такъ что, рассматривая эти продукты, невольно можно прийти къ заключенію, что внутри земли есть ходы, не имѣющіе между собою никакого сообщенія, которые и доставляютъ столь разнообразные вещества на дневную поверхность.

Изъ числа вулкановъ, еще въ доисторическій періодъ прекратившихъ свою дѣятельность и, несмотря на это, столь незначительно подвергнувшихся атмосферному

віяню, що наружний ихъ видъ вполнѣ сохранился до настоящаго времени, особенно выдается вулканъ Монте-Астрони, лежащій неподалеку отъ Сольфатары. Вулканъ этотъ отличается крайне крутыми склонами и весьма глубокимъ воронкообразнымъ кратеромъ, на днѣ котораго, поросшемъ густымъ лѣсомъ, собралось нѣсколько небольшихъ озерковъ. Въ настоящее время пользуются кратеромъ Монте-Астрони, какъ мѣстомъ, гдѣ постоянно устраиваютъ охоты для итальянскихъ королей.

Въ теоретическомъ отношеніи особенно замѣчательна гора Монте-Нуово, образовавшаяся 20 сентября 1538 года, неподалеку отъ Сольфатары, на самотѣ берегу Байскаго залива, въ разстоянії нѣсколькихъ десятковъ метровъ отъ городка Пуццуоли (фиг. 99). Въ настоящее время Монте-Нуово представляетъ конусъ въ 143 метра высоты. Только на самой вершинѣ этого конуса, около кратера, находится застывшій потокъ лавы, замѣчательный по своимъ минералогическимъ особеностямъ. Лава здѣсь, такъ называемая, фонолитовая, тогда какъ въ большинствѣ прочихъ вулкановъ неаполитанского округа — лейцитовая. Объ образованіи этого вулкана сохранились очень подробныя свѣдѣнія, благодаря тремъ современникамъ этого происшествія — Фалькони, Шетро Джакомо ди Толедо и Франческо дель-Неро, тщательно описавшимъ его, и сочиненію знаменитаго натуралиста того времени — Порціо. Всѣ они согласно упоминаютъ, между прочимъ, о томъ, что въ теченіе дня и ночи, предшествовавшихъ изверженію Монте-Нуово, было насчитано до двадцати подземныхъ ударовъ; на слѣдующій день затѣмъ появился огонь, который раскидалъ землю на томъ мѣстѣ, гдѣ теперь стоитъ Монте-Нуово, и выбросилъ столь большое количество пепла и пемзы, смѣшанныхъ съ водою, что равнина, лежащая между озеромъ Аверно, Монте-Барбаро и моремъ, немного приподнялась и наконецъ, что новая гора до 143 метровъ высотою образовалась изъ грязныхъ струй пепельного ливня и крупныхъ обломковъ горныхъ породъ, вылетавшихъ изъ центральнаго отверстія въ теченіе многихъ дней и ночей сряду.

Несмотря, однако-жъ, на заявленія современниковъ, Леопольдъ фонъ Бухъ, въ своемъ сочиненіи о вулканическихъ явленіяхъ, высказываетъ мнѣніе, что Монте-Нуово образовалась совершенно другимъ способомъ. Этотъ ученый, изслѣдуя много огнедышащихъ горъ и зная исторію ихъ происхожденія, подраздѣлилъ всѣ вулканы на двѣ группы: на конусы (или кратеры, какъ онъ выражается) изверженія и на конусы поднятія.

Подъ конусами второй группы Бухъ понималъ такіе вулканы, которые образовались чрезъ поднятие мѣстности, происшедшее въ силу давленія внутреннихъ силъ, обусловившихъ сначала вспучивание земли, а затѣмъ образованіе отверстія или кратера. Бухъ, слѣдовательно, полагалъ, что, при образованіи конусовъ поднятія, участіе матеріала, доставленного кратеромъ на дневную поверхность, крайне ничтожно. Типичнымъ примѣромъ такого образованія Буху служили Іорулло и Монте-Нуово, относительно которыхъ онъ и говорить, что они произошли не отъ изверженія пемзы, вулканическаго пепла и другихъ рыхлыхъ продуктовъ, но вслѣдствіе быстраго поднятія, какъ въ Монте-Нуово, твердыхъ пластовъ бѣлаго туфа, которые первоначально лежали горизонтально, а въ 1538 году были выдвинуты такъ, что образовали наклонъ во всѣ стороны отъ центра вулкана подъ тѣмъ же самымъ угломъ, подъ которымъ лежить теперь наклонная поверхность самого конуса. Мнѣніе свое онъ основалъ на томъ, что будто бы по всей окружности кратера Монте-Нуово можно видѣть пласти приподнятаго туфа, и что одна, только верхняя или наружная покрышка состоить изъ

извергнутаго вулканическаго пепла, и, кромъ того, на томъ, что онъ нашелъ въ нижнихъ слояхъ кратера нѣсколько морскихъ раковинъ, какія встрѣчаются въ ископаемомъ состояніи въ сосѣднемъ туфѣ и по нынѣ еще живутъ въ Неаполитанскомъ заливѣ.

Благодаря, однако-же, послѣднимъ изслѣдованіямъ Лайэлля, Прево и другихъ геологовъ, мнѣніе Буха было опровергнуто, и вопросъ о конусахъ поднятія оставленъ навсегда. Лайэлль, изслѣдуя кратеръ Монте-Нуово, не только не былъ въ состояніи открыть какой-либо первона-чально приподнятой горной породы, отличной отъ остальной массы, но, напротивъ, нашелъ, что вся его масса вполнѣ однородна и состоитъ изъ рыхлыхъ вулканическихъ продуктовъ, доставленныхъ на дневную поверхность самимъ же вулканомъ и что въ окрестностяхъ конуса нѣть какихъ бы то ни было радіально расходящихся трещинъ, которыя должны были бы явиться въ силу внезапнаго падора на землю вулканическихъ силъ снизу. Затѣмъ, Скакки, относительно раковинъ, найденныхъ Бухомъ въ Монте-Нуово, предполагаетъ, что эти раковины могли произойти изъ туфа, выброшенаго кратеромъ и содержавшаго морскія раковины новѣйшихъ видовъ.

Наконецъ тотъ же Скакки присовокупляетъ еще, что древній храмъ Аполлона, стоящій теперь при подножьѣ Монте-Нуово, со стѣнами, до сихъ поръ сохранившими свою вертикальность, по всей вѣ-роятности, не могъ бы удержать этого положенія, еслибы конусъ Монте-Нуово дѣйствительно былъ результатомъ поднятія почвы.

Непосредственно около Монте-Нуово находится другой, еще болѣй, вулканическій конусъ Монте-Барбаро съ глубокимъ круглымъ кратеромъ, имѣющимъ около мили въ діаметрѣ. По величинѣ Монте-Барбаро уступаетъ только нѣкоторымъ изъ высокихъ конусовъ, образовавшихся на Искіи въ историческое время.

Изъ всего сказанного о вулканахъ Флегрейскихъ полей видно, что, сравнительно недавно, по крайней мѣрѣ, во времена историческая, въ этой мѣстности обнаруживалась еще дѣятельность настоящихъ вулкановъ, несмотря на то, что въ настоящее время, по степени напряженности, ихъ можно рассматривать, какъ вулканы, принадлежащіе къ древнімъ эпохамъ, подобно вулканамъ, напр., центральной Франції. Въ настоящее время только нѣкоторыя изъ разсмотрѣнныхъ горъ, въ видѣ остатковъ прежней своей дѣятельности, даютъ выходъ парамъ воды, сѣристому газу, сѣроводороду, углекислотѣ и амміаку.

Вулканы острововъ Искіи и Прочиды.—Неподалеку оть Байскаго берега, къ юго-западу отъ Неаполя, лежать два скалистыхъ острова—Искія и Прочида, замѣчательные по своимъ, нѣкогда очень дѣятельнымъ, вулканамъ. О вулканической дѣятельности этихъ острововъ, благодаря древнімъ указаніямъ, дошли срѣди нїа, относящіяся къ 380 г. до Р. Х. Въ то время, когда Везувій оставался въ спокойномъ состояніи, на Искіи, по временамъ, случались страшныя судорожныя движения, повидимому, распространявшіяся и насосѣдній островъ Прочиду, о которомъ, между прочимъ, говорить Страбонъ, что онъ образовался отдельнѣемъ отъ Искіи. Теперьшая окружность Искіи, вдоль по урѣзу воды, равна 18 милямъ, длина ея отъ запада къ востоку—5 милямъ, а ширина отъ сѣвера къ югу—3 милямъ. На ней возвышается знаменитая гора Эпомео, въ различныхъ частяхъ которой разбросано до двѣнадцати значительныхъ вулканическихъ конусовъ. Отъ значительного изверженія Эпомео, случившагося въ 380 г. до Р. Х., Искія наслаждалась полнымъ спокойствіемъ вплоть до 1302 года, когда опять на ней, въ мѣстности, извѣстной подъ именемъ Кампо-дель-

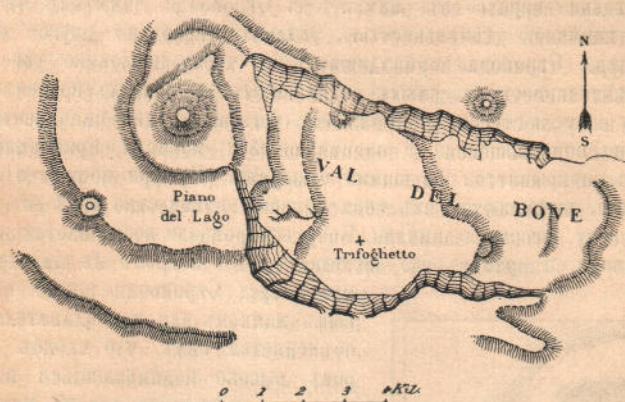
Арзо, произошло извержение лавового потока. Съ тѣхъ поръ, до настоящаго времени, всѣ вулканы Искii и Прочиды являются съ тѣмъ же характеромъ, какъ и вулканы Флэгнейскихъ полей, т.-е. нѣкоторые изъ нихъ, въ видѣ остатка нѣкогда бывшей своей дѣятельности, даютъ выходъ однѣмъ лишь газообразнымъ продуктамъ, каковы: пары воды, углекислота, аммиакъ и пр., или напоминаютъ о себѣ страшными землетрясеніями, какія, напримѣръ, были въ юлѣ 1883 года.

Нѣкоторые потухшіе вулканы Италии. — Кромѣ вышеперечисленныхъ, Италия въ различныхъ мѣстностяхъ представляетъ еще отдѣльныя вулканическія области, дѣятельность которыхъ обнаруживалась въ предшествующія времена (въ третичный періодъ) весьма сильными изверженіями, но въ которыхъ въ настоящее время она проявляется только теплыми минеральными ключами и сальзами. Наиболѣе сѣвернымъ пунктомъ служить гора Аміата близъ Радикофані, гдѣ наблюдается громадный застывшій потокъ трахитовой лавы, исходящій непосредственно изъ кратера. Затѣмъ известно нѣсколько мѣстностей въ Тосканѣ, гдѣ въ особенности замѣчательны борные источники. Къ юго-востоку отъ Аміата лежитъ въ кратерѣ потухшаго вулкана Бальсенское озеро. Въ римской Кампаніи известно достаточное число небольшихъ вулканическихъ конусовъ. Къ юго-востоку отъ Рима лежитъ цѣлая вулканическая область, известная подъ именемъ «Альбанскихъ горъ», гдѣ еще и до сихъ поръ сохранились вулканы часто въ прекрасномъ видѣ, иногда, впрочемъ, кратеры ихъ заняты озерами, какъ напр., озеро Альбано, Неми и др. Здѣсь же наблюдаются многочисленные потоки лавы; такъ, отъ горы Росси, кратеръ которой также занять озеромъ, идетъ громадный лавовый потокъ; отъ горы Каво наблюдается два большихъ потока. Такіе же потоки известны близъ Тускулума, Фраскати, Колонны и т. д. Другая вулканическая область лежитъ по направлению къ Гаэтскому заливу — область Рокка-Монфина, гдѣ насчитываютъ нѣсколько потухшихъ вулкановъ: Мазико, Каннето, Феліо и др.

Вулканическій округъ Сициліи. — Послѣ свѣдѣній о Везувіи самая достовѣрная историческая данная относится къ вулканическому округу Сициліи и именно къ Эtnѣ, отдѣльно и величественно поднимающейся близъ моря на высоту 3,400 метр. Основаніе Эtnы почти круглое и имѣетъ 87 англійскихъ миль въ окружности, но если включить сюда весь округъ, по которому разливается ея лава, то окружность, по всейѣ вѣроятности, удвоится. Относительно древности Эtnы надо замѣтить, что въ исторіи не сохранилось никакихъ памятниковъ, по которымъ можно было бы, хотя и приблизительно, вычислить древность ея конуса; принимая, однако же, во вниманіе, что на склонахъ, кромѣ довольно многочисленныхъ, сложенныхъ вулканическимъ пепломъ, конусовъ, находится еще до 80 побочныхъ и предполагая, что, впрочемъ, весьма невѣроятно, что $\frac{1}{4}$ часть изъ нихъ возникла въ теченіе послѣднихъ 30 столѣтій, должно допустить, что всѣ они образовались впродолженіе 12,000 лѣтъ. Впрочемъ, и этотъ періодъ составляетъ очень незначительную долю времени въ исторіи Эtnы, потому что, еслибы была возможность снять съ нея всѣ видимые теперь боковые холмы, вмѣстѣ съ лавами и шлаками, извергнутыми изъ нихъ, то этимъ уменьшили бы всю массу главнаго конуса на самую незначительную величину.

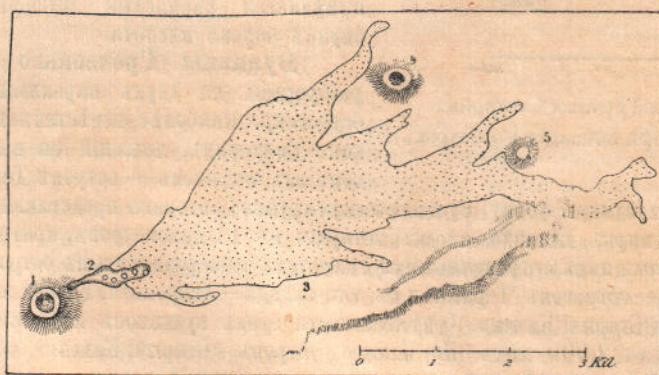
Эtnа представляетъ довольно неправильный конусъ, вытянутый съ сѣвера на югъ; къ востоку онъ ограничивается неправильной долиною Валь-дель-Бове, имѣющею форму амфитеатра и которую можно принять за старый кратеръ (фиг. 100); къ югу отъ Эtnы лежитъ мѣстность, называемая Шано-дель-Лаго, которая составляетъ какъ бы первый уступъ колышеобразной формы. Отъ Шано-дель-Лаго и возвышается конусъ Эtnы съ довольно крутыми до 30° склонами. Было бы слишкомъ долго останавливаться на спискѣ годовъ изверженія Эtnы, о раннѣй дѣятельности которой известно со временъ Троянской войны. Упомянемъ объ одномъ изъ страшнѣйшихъ, — изверженіи 1669 года, при которомъ образовался одинъ изъ побочныхъ конусовъ Монти-Росси, возвышающейся до 137 метровъ и имѣющей при основаніи до двухъ миль въ окружности. Лавовый потокъ этого изверженія направился къ г. Катаніи, истребивъ по дорогѣ четырнадцать городовъ и деревень. Катанія со стороны Эtnы была защищена стѣною, а потому лавовый потокъ, дойдя до этой послѣдней, сталъ накопляться, сравнялся съ нею и началъ низвергаться чрезъ нее огненнымъ каскадомъ, затопивъ

часть города. При позднейших раскопках было обнаружено, что стены затопленных домов не были опрокинуты. Весьма интересно извержение одного из побочных конусов Этны—Монте-Фрументо, случившееся в ночь с 30 на 31 января 1865 г. В эту ночь образовалась трещина, имевшая до двух с половиною километров длины и до 600 метров глубины, — она захватывала собою до $\frac{2}{3}$ высоты конуса Монте-Фрументо и направлялась к кратеру Этны. Очень скоро динамическая напря-



Фиг. 100. Этна и Валь-дель-Бове.

женность вулкана сосредоточилась у основания трещины, где и образовалось до шести отдельных действующих кратеровъ. Количество лавы, доставляемое в первые шесть дней, достигало до 90 куб. метровъ въ секунду, скорость поступательного движения лавового потока въ то же время до 0,1 метра. Уже 2 февраля потокъ (фиг. 101) лавы имѣлъ до шести километровъ длины и отъ 300—500 метровъ ширины и направ-



Фиг. 101. Лавовый потокъ Этны 1865 г.

1—Монте Фрументо, 2—трещины и мѣста выхода лавы, 3—льсь, 4—Монте-Крисимо,
5—Монте-Сторнелло.

влялся нѣсколько южнѣе другого побочного конуса Этны, Монте-Сторнелло. Къ срединѣ февраля потокъ имѣлъ въ длину уже болѣе 10 километровъ.

Какъ сказано, Этна достигаетъ высоты 3,400 метровъ надъ уровнемъ моря, следовательно, главный кратеръ ея лежитъ выше снѣговой линіи. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ подъ затвердѣвшими потоками лавы найдены были сохранившіеся до сихъ

порь глетчера, присутствіе которыхъ подъ лавовымъ потокомъ свидѣтельствуетъ въ пользу трудной теплопроводности лавы.

Группа вулкановъ Липарскихъ острововъ. — Насколько округъ Сициліи представляетъ хороший примѣръ центральной группировки вулканическихъ конусовъ, настолько Липарскіе острова, лежащіе къ сѣверо-востоку отъ Сициліи, являются отличнымъ примѣромъ неправильно сгруппированныхъ, просто скученныхъ, вулкановъ.

На этихъ островахъ особенно замѣтны три вулкана: Стромболи, Вулкано и Липари. Относительно первого изъ нихъ, т.-е. Стромболи, замѣтимъ, что онъ является съ такою же типичною дѣятельностью, только нѣсколько другой напряженности, какъ и Сольфатара. Стромболи принадлежитъ къ числу постоянно дѣйствующихъ вулкановъ, и его дѣятельность съ самыхъ отдаленныхъ и древнихъ временъ до настоящаго сохраняетъ одну и ту же степень напряженія. Онъ постоянно наполняется расплавленной лавой, поочередно понижаящейся и поднимающейся, которая, приподнявшись до края отверстія конуса, покрывается большими пузырями. Пузыри лопаются вскорѣ послѣ своего образованія, выдѣляются изъ себя большое количество газа и разбрасываются во всѣ стороны золу, песокъ и лапилли. Конусъ Стромболи возвышается на 925 метровъ надъ уровнемъ моря, и кратеръ его достигаетъ 650 метровъ въ диаметрѣ. Любопытно,

что конусъ Стромболи ночью служить отличнымъ маякомъ для мореплавателей; явленіе это объясняется тѣмъ, что столбъ водяныхъ паровъ, высоко поднимающейся надъ кратеромъ вулкана, освещается лучами, идущими изъ глубины кратера отъ расплавленной лавы и поэтому, особенно въ темнотѣ, кажется какъ бы горящимъ. Совершенно съ такимъ же характеромъ дѣятельности, и въ той же степени постоянной напряженности, находится вулканъ Сангай въ Новой Гренадѣ. Что касается до конуса Вулкано, то онъ замѣченъ тѣмъ, что на дѣй и стѣнахъ его кратера встрѣчается значительное скопленіе сѣры, а по трещинамъ выдѣляется сѣрнистый мышьякъ, сальміакъ, сѣра и борная кислота.

Вулканы Греческаго архипелага разбросаны на двухъ параллельныхъ рядахъ острововъ. Наиболѣе извѣстенъ изъ нихъ вулканъ Санторинъ, лежащий на наиболѣе крупномъ изъ острововъ — островѣ Тера (фиг. 102),

имѣющимъ полулунную форму. Вулканическая группа Санторина представляетъ нѣсколько неправильный циркъ, длинаѣшша ось котораго въ 11 километровъ, кратчайшая въ 7,5 километра. Этотъ циркъ ограничивается съ востока вышеупомянутымъ островомъ Тера, съ сѣверо-запада — островомъ Теразіа и съ юго-запада — Аспронизи, внутри же лежать Новый, Малый и Старый Камени. О дѣятельности этихъ вулкановъ имѣются свѣдѣнія по крайней мѣрѣ за 2,000 лѣтъ. По Плинию, островъ «Старый Камени» образовался въ 186 году до Р. Х. и отъ цѣлаго ряда отдѣльныхъ изверженій значительно увеличилъ свои размѣры. Въ 1573 году образовался островъ «Малый Камени», а «Новый Камени» считаются образовавшимся въ 1707 и 1709 годахъ. Эта группа вулкановъ обнаруживала свою дѣятельность и въ новѣйшія времена. Такъ, извѣстно сильное изверженіе 1866 года, произшедшее на островѣ Новый Камени въ мѣстностяхъ «Георгіосъ» и «Афроэза», въ значительной степени измѣнившее наружное очертаніе послѣдняго острова, какъ можно видѣть на прилагаемыхъ рисункахъ (фиг. 103 и 104).

Вулканы острововъ Суматры и Явы служатъ началомъ ряда вулкановъ, тянущихся почти на протяженіи 750 геогр. миль, первоначально на юго-востокъ, а затѣмъ прямо на востокъ и переходящихъ на островъ Тиморъ. Изъ 19 вулкановъ остр. Суматры семь дѣйствующіе. Въ Зундскомъ проливѣ лежитъ весьма замѣтный вул-



Фиг. 102. Группа Санторина.
(Глубина моря показана въ метрахъ).

канъ Кракатау (Пулу-рекату), дѣятельность котораго извѣстна съ 1680 г. Особенно сильное изверженіе Кракатау, представляющее вообще рѣдкій случай изверженій, было въ маѣ мѣсяцѣ 1883 г.. Такъ какъ островъ необитаемъ, то обѣ этомъ изверженіи имѣются свѣдѣнія, доставленныя съ кораблей, шедшихъ по Зундскому проливу, а также отъ жителей Суматры и Явы. Уже 20 маѣ былъ видѣнъ громадный столбъ «дыма», поднимающійся на высоту 11,000 метровъ; такая дѣятельность продолжалась нѣсколько дней, сопровождаясь подземными ударами, которые были прекрасно слышны въ г. Батавіи. Выбрасываніе рыхлыхъ продуктовъ было громадно: одинъ англійскій пароходъ на 16° западнѣе Кракатау наблюдалъ на морѣ массу плавающей пемзы. Въ концѣ августа произошла главная катастрофа съ вулканомъ. Выбрасываемый пепель выпадалъ на Суматрѣ, море было весьма бурно и часть берега затоплена водою, такъ что отдѣльные деревни совершенно погибли. Изверженіе сосредоточилось въ южной части острова, откуда вылетала масса пепла и выбрасывались крупные камни. Подземный гуль былъ оглушителенъ. Утромъ 27 августа стали выбрасываться громадныя массы пепла, которая отчасти смѣшивалась съ дождемъ и выпадали на значительномъ пространствѣ въ видѣ грязи. Въ 10 часовъ вечера изверженіе достигло высшаго напряженія: пѣные города и деревни на прилегающемъ берегу Явы перестали существовать и часть страны была уничтожена; нѣкоторая большія рѣки обнаружили



Фиг. 103. Новый Камени въ марта
1866 г. (по Фукѣ).



Фиг. 104. Новый Камени
1 мая 1866 г.

обратное теченіе. На островахъ Себезія и Серами всѣ пристани были разрушены. Во все это время продолжался дождь грязи, сильные подземные удары, буря и гроза. Послѣ изверженія прибрежная полоса острововъ Суматры и Явы представила страшный измѣненія; то же наблюдалось и съ островомъ Кракатау. Еще 26 августа онъ представлялъ островъ въ $33^{1/2}$ кв. километра съ болѣшимъ вулканическимъ конусомъ, достигающимъ до 822 метровъ высоты. 28 августа большая часть острова была уничтожена: осталось отъ него только $10^{1/2}$ кв. километровъ, но вокругъ развалинъ острова отложились вулканические продукты, такъ что нынѣ Кракатау представляетъ $15^{1/2}$ кв. километровъ. Въ береговыхъ мѣстностяхъ Суматры и Явы, тамъ, где прежде былъ берегъ, глубина моря достигаетъ нынѣ 200—300 метровъ. Высота волны въ морѣ при этомъ изверженіи достигла 15—35 метровъ; точно также наблюдались и сильныя колебанія барометра. Число людей погибшихъ при изверженіи опредѣляютъ въ 40,000. Область, захваченная этимъ изверженіемъ громадна. Оно было слышно не только въ области Индійскаго Океана (на Цейлонѣ, Маврикіи и т. д.), но и въ южной Африкѣ, при входѣ въ Красное Море, во всемъ Тихомъ океанѣ до западныхъ береговъ Америки, въ Атлантическомъ океанѣ, по берегу Франціи и т. д.

Ява представляетъ не менѣе интересный вулканическій островъ. Здѣсь на небольшомъ пространствѣ сосредоточено болѣе сотни потухшихъ и дѣйствующихъ вулкановъ, изъ которыхъ только около 46 болѣе извѣстны. Вообще вулканы Явы представляютъ рядовое расположение и идуть въ нѣкоторомъ разстояніи отъ берега,

причём некоторые поднимаются до 3,740 метровъ надъ уровнемъ моря. Восточнѣе Явы лежать острова также богатые дѣйствующими вулканами; изъ нихъ на островѣ Сумбава находится вулканъ Темборо, известный своимъ сильнымъ изверженіемъ 1815 года.

Вулканы Сандвичевыхъ острововъ. Эта группа состоитъ изъ 12 острововъ, изъ которыхъ только четыре большихъ и обитаемыхъ. Изъ 12 известныхъ вулкановъ этой группы, особенно выдающимися считаются Мауна-Кеа (4,192 м.) и Мауна-Лоа (4,139 м.). Оба вулкана отличаются очень пологими склонами и почти сплошь образованы лавовыми потоками. Мауна-Лоа представляетъ весьма плоский конусъ, на вершинѣ которого находится дымящійся кратеръ. Многочисленные лавовые

пото грандіозныхъ размѣровъ окружаютъ оба вулкана. Особенный интересъ представляетъ единственный въ своемъ родѣ боковой кратеръ Мауна-Лоа, известный подъ именемъ Килауэа; онъ является овальнымъ бассейномъ (4,500 м. длины и 2,250 м. ширины), съ крутыми и высокими стѣнками (300 м.); бассейнъ наполненъ огненно-жидкою лавою, которая во многихъ мѣстахъ всучивается и выдѣляетъ разнообразные газы. Это наиболѣе замѣчательное въ цѣломъ мѣсто лавовое озеро производило и настоящія изверженія. Такъ въ 1840 г. значительный подъемъ уровня огненно-жидкой лавы обусловилъ выливаніе ея въ формѣ потока. Точно такое же изліяніе лавы было и 5 января 1872 года.



Фиг. 105. Островъ Гавайи (Сандвичевы острова).
Вулканы: 1—Килауэа, 2—Мауна-Кеа, 3—Мауна-
Лоа и 4—Хау-Лалей.

пнадной окраинѣ Скалистыхъ горъ вдоль побережья Тихаго океана и переходитъ въ Мексику.

Вулканы Мексики почти всѣ лежать на одной прямой линіи, направляющейся съ сѣвера на югъ. Изъ шести известныхъ мексиканскихъ вулкановъ: Оризабо, Толука, Тукстла, Попокатепетль, Йорулло, Колима, о четырехъ послѣднихъ имѣются данные съ историческихъ временъ. Пространство между ними занято обширными потоками лавы. Представленный на рисункѣ (фиг. 106) одинъ изъ Мексиканскихъ вулкановъ—Йорулло, по разсказамъ мѣстныхъ жителей, возникъ вдругъ при изверженіи 1759 года. Разсказы объ этомъ изверженіи весьма напоминаютъ разсказы объ образованіи Монте-Нуово Флегрейскихъ полей. Почти не подлежитъ сомнѣнію, что, до указанного выше года, здѣсь не было вулкана. Группу Йорулло составляютъ шесть конусовъ, изъ которыхъ главный поднимается на высоту 1,343 метровъ, расположены они на протяженіи трехъ километровъ по линіи, перпендикулярной къ общему расположению Мексиканскихъ вулкановъ. Особенно интересны многочисленные побочные конусы, не поднимающіеся выше 1,2 и 2,7 метровъ: нѣкоторые изъ нихъ выдѣляютъ пары воды и обнаруживаютъ внутри себя какъ бы клокотаніе. Говорятъ, что до образования Йорулло здѣсь протекали двѣ рѣки, исчезнувшія во время изверженія и снова появившіяся послѣ, въ видѣ горячихъ ключей, которыми и образованы два водопада.

Въ центральной Америкѣ рядъ вулкановъ обнаруживается также по западному побережью, служа продолженіемъ съвернѣе идущей цѣни горъ. Вулканы извѣстны въ Гватемалѣ, Сальвадорѣ, Гондурасѣ, Никарагуа и въ Коста-Рикѣ. То же направление вдоль западнаго берега Тихаго берега они выдерживаютъ и въ южной Америкѣ. Въ Квіто извѣстны вулканы: Толима, Котопахи, Антизапа, Сангай, Тунгурагуа и др. Котопахи покрытъ вѣчнымъ снѣгомъ, который при изверженіи вулкана сильно таетъ и способствуетъ образованію грязныхъ потоковъ. Такъ въ 1803 году весь снѣгъ на вершинѣ этой горы стаялъ въ одну ночь. Извѣстны вулканы въ Перу, Боливии и Чили.

Вулканы Исландіи. Эта страна представляетъ также одну изъ выдающихся вулканическихъ областей, гдѣ рядомъ съ многочисленными вулканами, какъ и въ Новой Зеландіи и др. мѣстахъ, наблюдаются многочисленные горячіе ключи и гейзеры. Изъ выдающихся вулкановъ замѣчательны: Гекла, поднимающаяся до 1,654 метровъ надъ



Фиг. 106. Вулканъ Йорулло.

уровн. моря и представляющая удлиненный конусъ, на вершинѣ которого лежитъ нѣсколько кратеровъ и дымятся фумаролы. Изверженія этого вулкана извѣстны съ 1004 года; одно изъ наиболѣе сильныхъ его изверженій въ 1845 г. разрушило даже часть вулканическаго конуса. Пепелъ этого изверженія достигалъ острововъ Фарерскихъ. Скаптарь-Токулль представляетъ другой значительный вулканъ этой мѣстности; онъ въ особенности извѣстенъ своимъ изверженіемъ 1783 года, при которомъ доставленъ на дневную поверхность одинъ изъ крупнѣшихъ лавовыхъ потоковъ. По довольно частымъ изверженіямъ здѣсь извѣстенъ еще вулканъ Катла, лежащий недалеко отъ Геклы и въ исторической времена имѣвшій не менѣе 15 изверженій. Особенность изверженія исландскихъ вулкановъ заключается въ томъ, что они почти всегда сопровождаются страшными наводненіями, при которыхъ являются потоки воды, несущіе массу льда и камней. Такіе потоки все разрушаютъ на своемъ пути и происхожденіе ихъ обусловлено быстрымъ таяніемъ, подъ вліяніемъ изверженія, скопленій снѣга и льда, лежащихъ на вулканахъ.

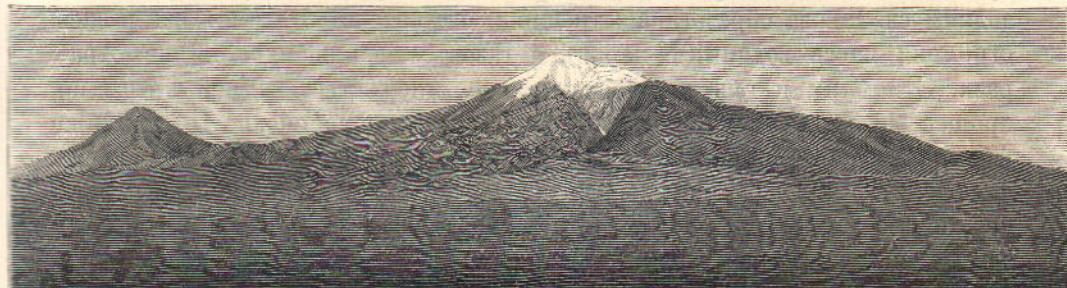
Вулканы Россіи. — Европейская Россія на всемъ своемъ пространствѣ не представляетъ какъ нынѣ дѣйствующихъ, такъ и потухшихъ вулкановъ. Нѣсколько богаче Азіатская Россія, которая содержитъ ихъ на нѣкоторыхъ своихъ окраинахъ: въ Закавказии и на Камчаткѣ.

На Кавказѣ наиболѣе богато ими Армянское плоскогорье, покрытое многочисленными вулканами; почти все они должны быть отнесены къ разряду потухшихъ и только два могутъ быть причислены къ разряду дѣйствующихъ вулкановъ, хотя и проявляющихъ свою дѣятельность не выше напряженія Сольфатары Флегрейскихъ полей. Самымъ значительнымъ вулканомъ Армепіи считаются Арааратъ, на с.-з. отъ него лежить Такаль-Тау, на ю.-з. Селбанъ (3,350 м.). Въ двухъ миляхъ отъ Баязида находится Тандурекъ (3,560 м.). На востокѣ и съверь отъ Араата, между рр. Курою и Араксомъ, хребетъ нагорья усаженъ вулканическими конусами на протяженіи по крайней мѣрѣ 54 миль. Въ области теченія верхней Куры въ обширной Ахазихской котловинѣ лежать: кратеръ Чолдыръ (2,980 м.), вулканъ Алагѣтъ, Агманганъ, — кратеръ которого занятъ нынѣ озеромъ, Агдагъ и Босдолъ, плоскогорье Агриджа съ тремя вулканическими системами, изъ которыхъ кратеръ Караптышъ-Дагъ лежитъ на абсолютной высотѣ 3,380 м. Самый южный изъ этихъ вулкановъ Киссоли-Дагъ возвышается до 3,200 метровъ. На западъ отъ Эрзрума лежать два вулкана: Бингель и Паландокѣнъ. Наивысшія точки Кавказа — Эльбрусъ и Казбекъ также принадлежать къ вулканическимъ образованіямъ, хотя время ихъ происхожденія отодвинуто отъ насъ, повидимому, болѣшимъ промежуткомъ, а потому они сильно пострадали отъ разрушительныхъ процессовъ, хотя и тотъ и другой содержать прекрасно выраженные кратеры. Наконецъ, если перейти въ Малую Азію, то недалеко на востокѣ отъ Смирны можно найти довольно обширный вулканическій округъ съ многочисленными вулканами, известный подъ именемъ „Катакекаумене“.

Какъ упомянуто, только два изъ вышеперечисленныхъ вулкановъ обнаруживаютъ нѣкоторую дѣятельность. Одинъ изъ нихъ Тандурекъ, богатый сърою и доставляющій еще и до сихъ поръ водяные пары и газы, другой — Арааратъ, если и не проявляющій въ настоящее время динамической напряженности, то во всякомъ случаѣ проявлявшій таковую въ историческія времена, а нѣкоторыми явленіями и въ настоящее время какъ бы напоминающій о томъ, что вулканическая дѣятельность въ немъ не гасла.

Арааратъ уединенно поднимается на Армянскомъ плоскогорье, представляя въ своемъ основаніи площадь въ 1,020 кв. километровъ или 35 километровъ въ наибольшемъ и 25,5 км. въ наименьшемъ диаметрѣ. Арааратъ слагается изъ двухъ горъ, Большого и Малаго Араата, соединенныхъ довольно возвышенной грядою (до 2,689 м. надъ ур. моря); какъ съ южной, такъ и съ съверной стороны оба Араата и съдловина, между ними находящаяся, обнаруживаются вполнѣ отчетливо, но съ съверной стороны обѣ горы представляютъ болѣе правильные конусы (фиг. 107).

Большой Ааратъ поднимается до высоты 5,600 м. надъ ур. моря, а снѣговая линія проходитъ на немъ на высотѣ 4,300 м. Такое высокое положеніе снѣговой линіи объясняется уединеннымъ положеніемъ Аарата, сухостью атмосферы и сильнымъ нагреваніемъ высокой поверхности плоскогорья. Во всякомъ случаѣ вершина Б. Аарата покрыта вѣчнымъ снѣгомъ. На этой вершинѣ никакого кратера не наблюдается, но на сѣверѣ идетъ широкая расщелина, выдающаяся до вершины изъ-подъ снѣговой покрышки своими черными краями, образованными вулканическимъ шлакомъ. Вершина конуса, представляя нѣсколько наклонную площадь, большою дугою огибаетъ глубокую долину св. Іакова, на которую одни смотрятъ какъ на длинную трещину Аарата, другие ставить ея въ такое же отношеніе къ Аарату, какъ долину Валь-дель-Бове въ Этнѣ. Съ самой верхней площадки Аарата поднимаются, покрытые вѣчнымъ снѣгомъ, семь холмовъ, вѣнчающихъ вершину. На южной сторонѣ Б. Аарата также наблюдается долина, спускающаяся къ Баязиду. Въ силу значительного скопленія снѣга на Ааратѣ по указаннымъ долинамъ сползаютъ внизъ настоящіе альпійские ледники.



Малый Ааратъ.

Большой Ааратъ.

Фиг. 107. Видъ на Аараты съ сѣверной стороны (Абихъ).

Вершина Малаго Аарата, имѣя абсолютную высоту до 4,000 метровъ, не достигаетъ снѣговой линіи; она имѣеть форму усѣченной четырегранной пирамиды со склонами, значительно болѣе крутыми, чѣмъ у Б. Аарата, и покрытыми значительными отложеніями вулканическаго песка.

Склоны Б. Аарата и его подножія покрыты обширными лавовыми потоками, спускающимися къ Араксу, въ берегахъ которого можно также наблюдать мощныя стѣны лавы, свидѣтельствующія, что при бывшихъ изверженіяхъ этого вулкана лавовые потоки запруживали Араксъ, который потомъ, какъ и р. Симето у подножія Этны, прорылъ себѣ въ лавѣ новое ложе. Нѣкоторые изъ лавовыхъ потоковъ Аарата достигаютъ побочнаго конуса Карніярохъ, лежащаго къ западу отъ Б. Аарата. Эта побочнаго конусъ не уступаетъ своимъ размѣрами Везувію, а потоки его лавы занимаютъ площадь болѣе 55 кв. километровъ.

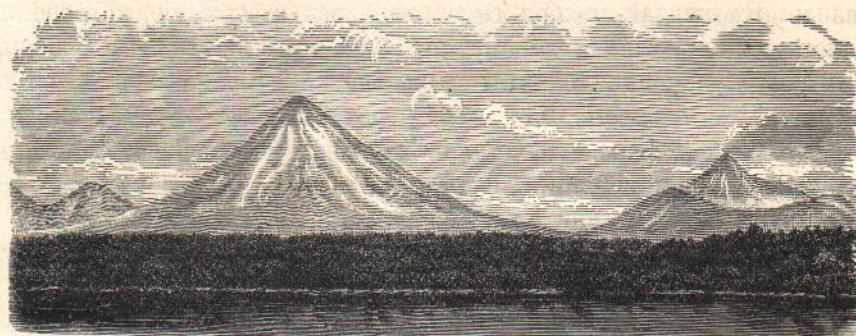
Относительно вулканической дѣятельности Арапата известно только, что въ 341 г. по Р. Х. всѣ горы Армении были потрясены страшнымъ землетрясеніемъ и изъ горъ показались дымъ и пламя. Но съ этихъ поръ всѣ извѣстія указываютъ только на землетрясенія. Такое было въ VIII столѣтіи, въ 1319 году, когда въ долинѣ Аракса были разрушены многіе цвѣтущиѣ города. Послѣднее землетрясеніе Арапата было въ 1840 году, когда, подъ вліяніемъ землетрясенія, громадныи массы скаль, снѣга и льда обрушились съ вершины Б. Арапата въ долину св. Іакова; монастырь того же имени, а равно и деревня Архури со всѣми ихъ жителями были засыпаны. Долина св. Іакова на протяженіи 7,5 километровъ была завалена этимъ обваломъ. Весьма интересно, что чрезъ четыре дня послѣ землетрясенія масса обвала, висѣвшая надъ долиною Аракса, двинулась впередъ и, превратясь въ грязные потоки, прошла въ двѣ минуты 21 километръ до р. Карасу. Результатомъ этого землетрясенія, по мнѣнію Абиха, было появленіе трещины между двумя холмами, находящимися на вершинѣ Арапата. По рассказамъ Морица Вагнера, посѣтившаго Арапатъ вскорѣ послѣ 30 июня 1840 г., эта дѣятельность вулкана можетъ быть вполнѣ признана вулканическою, потому что, по собраннымъ имъ свѣдѣніямъ, при концѣ долины св. Іакова образовалась трещина, изъ которой будто бы изверглась огромная масса водяныхъ паровъ и газовъ, поднявшихся выше Арапата. Эти пары и газы выбросили такое множество камней, что, по прошествіи часа, вся долина явилась ими выполненною. По мнѣнію Абиха здѣсь былъ простой обвалъ, вызванный землетрясеніемъ. Во всякомъ случаѣ появленіе обильного грязнаго потока съ вершины Арапата не лишено интереса, такъ какъ его происхожденіе можетъ быть объяснено выходомъ на вершинѣ вулкана паровъ и газовъ, которыми и было вызвано обильное таяніе лежащихъ здѣсь снѣговъ.

Не менѣе типичнымъ вулканомъ является Алагѣзъ, лежащий почти къ сѣверу отъ Арапата. Поднимаясь до высоты 4,100 метровъ надъ уровнемъ моря, онъ содержитъ на своей вершинѣ прекрасно выраженій кратеръ, занятый нѣсколькими озерами. Потоки лавы этого вулкана достигаютъ на югъ — Аракса, на западъ доходить до Карса, на сѣверъ до Александровска и представляютъ радиусъ въ 213 километровъ. На сѣверныхъ и восточныхъ склонахъ Алагѣза встрѣчаются сѣра. Когда прекратилъ свою вулканическую дѣятельность Алагѣзъ, объ этомъ никакихъ свѣдѣній не имѣется.

Проявленіе вулканической дѣятельности на полуостровѣ Камчаткѣ обнаруживается, начиная отъ 62° с. ш., горячими ключами; между 58° — 57° встрѣчаются впервые потухшіе вулканы, а отъ 57° с. ш. и до южной оконечности Камчатки весь ея восточный берегъ покрытъ дѣйствующими и потухшими вулканами, сосредоточенными преимущественно между 55° — 54° с. ш.; между тѣмъ на западномъ берегу полуострова кое-гдѣ встрѣчаются потухшіе вулканы.

На южной оконечности Камчатки находится нѣсколько значительныхъ вулкановъ: Явина, Голигинская и Опальная сопки, Авача, Ви-

лучинская и Коряцкая сопки. Три послѣднія составляютъ особую группу вулкановъ, расположеннную около Авачинской губы. Въ центрѣ возвышается Вилучинская сопка, а около нея къ западу находится Стрѣлошная или Коряцкая, возвышающаяся до 3,380 метровъ надъ уровнемъ моря; ея высокій, большою частью покрытый снѣгомъ, конусъ кое-гдѣ немного дымится; на востокѣ расположена Авачинская сопка, представляющая отчасти разрушенный кратеръ, въ серединѣ которого возвышается нѣсколько притупленный, всегда дымящійся, пепельный конусъ. Восточный, поднимающійся почти на высоту пепельного конуса, край кратера Авачинской сопки иногда носить особое название Козельской сопки (до 1,520 метровъ). Высота Авачинской сопки достигаетъ 2,540 метровъ. Интересное изверженіе этого вулкана наблюдалъ Станицкій въ 1828 году. 17 Апрѣля въ 8 часовъ утра земля въ окрестностяхъ горы покрылась пепломъ, а въ $10\frac{1}{2}$ часовъ вся юго-западная часть горизонта потемнѣла, какъ будто въ полночь, и распространился сильный запахъ сѣры; затѣмъ 12 июня въ 7 часовъ утра послышались



Стрѣлошная сопка.

Авачинская сопка.

Фиг. 108. Вулканы Камчатки (Эрманъ).

громовые удары, распространился нестерпимый запахъ сѣры и сопка „лопнула“, то-есть началось изверженіе.

Къ сѣверу отъ Авачи находится постоянно дымящійся вулканъ — Жупанова сопка (2,580 метровъ); еще немного далѣе лежитъ вулканъ Семечикъ, который лѣтомъ 1852 года имѣлъ форму сильно притупленного конуса съ постояннымъ чернымъ облакомъ дыма на вершинѣ; между тѣмъ какъ за 50 лѣтъ до этого онъ имѣлъ видъ острого высокаго конуса, постоянно дымящагося, но въ это время онъ неожиданно обрушился и его вулканическая дѣятельность на времена замолкла, хотя чрезъ пять лѣтъ онъ снова сталъ „горѣть“ — дымиться.

На берегу Кроноцкой бухты возвышаются три наиболѣе красивыхъ вулкана Камчатки: Кроноцкая сопка по срединѣ, возвышающаяся до 3,030 метровъ, а по бокамъ Унока и дымящійся Кизименъ. Къ сѣверу отъ этихъ послѣднихъ поднимаютъ свои вершины, въ видѣ притупленныхъ дымящихся конусовъ — Большая (2,370 м.) и Малая Толбача.

Наконецъ, еще сѣвернѣе слѣдуетъ самая значительная вулканиче-

ская группа — группа Ключевской сопки, къ которой относится: потухшая Ушканская сопка (3,350 м.), очень острая, тоже потухшая, сопка — Крестовская, Шевелючъ (3,030 м.) и, наконецъ, великанъ камчатскихъ вулкановъ — Ключевская сопка, возвышающаяся на 5,014 метровъ. Эта сопка представляетъ совершенный конусъ и въ началѣ была типичнымъ однороднымъ конусомъ, на которомъ затѣмъ, вслѣдствіе частыхъ изверженій, образовался конусъ изъ пепла. Извѣстія объ этомъ вулканѣ имѣются съ начала 18 столѣтія; изверженія его повторялись періодически съ интервалами 7—10 лѣтъ и продолжались обыкновенно одну недѣлю, но бывали исключенія, какъ въ 1727—1731 году, когда она „горѣла“ около трехъ лѣтъ. Въ октябрѣ 1737 г. сопка „зашпнула“, и громадный потокъ лавы направился къ рѣкѣ Камчаткѣ. Раскаленныя массы лавы текли огненными потоками изъ трещинъ вулкана и съ страшнымъ шумомъ направлялись внизъ; вся гора казалась раскаленной; трескъ и какъ бы раскаты грома раздавались во внутренности кратера; всѣ окрестности содрогались. Наконецъ, потоки лавы уменьшились, вершина горы окуталась облакомъ пепла и изверженіе мало-по-малу прекратилось. Въ началѣ ноября снова началось изверженіе, которое продолжалось съ перерывами до апреля 1738 года. Затѣмъ въ 1795 году, въ 1828 году, — сопка какъ бы періодически возобновляла свою вулканическую дѣятельность. Съ 1841 года, казалось, успокоились въ ней вулканическія силы, она утихла и только небольшія облачка дыма на вершинѣ ея напоминали о скрытыхъ силахъ. Но въ октябрѣ 1853 года вулканъ неожиданно ожила, начались изверженія и мощный лавовый потокъ направился съ вершины горы и даже достигъ рѣки Камчатки. Изверженія продолжались; наконецъ, ночью съ 17 на 18 февраля 1854 года вершина самаго сѣверного вулкана Шевелючъ съ ужаснымъ громомъ обрушилась, и началось сильное его изверженіе. Ключевская сопка мгновенно замолкла и только нѣсколько недѣль позже вновь проявила вулканическую дѣятельность и вновь начала дымить, между тѣмъ какъ Шевелючъ, прежде совершенно потухшій и только изрѣдка дымящійся, теперь пріобрѣтаетъ значительную вулканическую дѣятельность, начинаются сильные изверженія, потоки лавы спускаются до рѣки Еловки, вулканическій песокъ покрываетъ окрестности слоемъ въ 0,3 метра, а пепель наблюдали въ 35 миляхъ отъ вулкана въ деревнѣ Тигилѣ. Всѣхъ дѣйствующихъ вулкановъ въ Камчаткѣ 12, потухшихъ — 26, изъ которыхъ 21 находится на восточной сторонѣ полуострова, а 5 на западной.

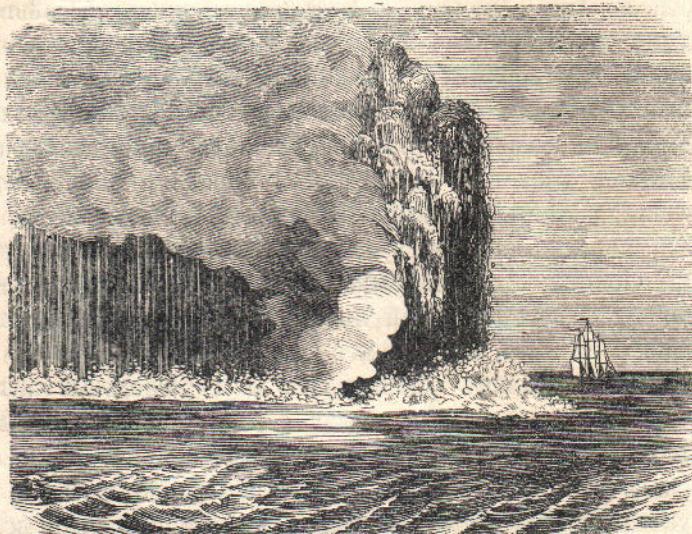
Древнія вулканическія области въ Европейской и Азіатской Россіи извѣстны въ нѣсколькихъ мѣстахъ, но о нихъ будетъ сказано при обзорѣ различныхъ геологическихъ эръ. Здѣсь же считаемъ не лишнимъ указать на болѣе близкія изверженія, бывшія повидимому недавно, на Азіатскомъ материкѣ, какъ въ мѣстностяхъ, принадлежащихъ Россіи, такъ и въ ея предѣловъ.

Базальтовыя изверженія въ сѣверной и центральной Азіи занимаютъ собою значительныя пространства; то они являются въ видѣ не-

большихъ ограниченныхъ областей, то потоки и покровы базальтовъ и ихъ лавъ покрываютъ значительныя площиади. Окрестности озеръ Косогола и Додъ-нора, верховья Иртыша (Тункинскія лавы) были нѣкогда очагомъ весьма сильной вулканической дѣятельности, результатомъ которой явились громадные потоки и покровы базальтовыхъ породъ; мѣстами здѣсь сохранились болѣе или менѣе даже формы древнихъ вулкановъ. Въ верхнемъ теченіи Витима болѣе или менѣе значительныя области базальтовыхъ породъ встрѣчаются по рѣкамъ: Бирѣй, Зазѣй, Джилиндѣ и Амалату. Въ Уссурійскомъ краѣ наблюдается нѣсколько областей развитія базальтовыхъ породъ; около озера Ханка кристаллические сланцы прорваны базальтами. Точно также и въ сѣв. Монголіи эти породы занимаютъ значительныя области; они развиты по берегамъ пр. Орхона, Асхыты, Чингила, около горъ Абцыхъ-Хаирханъ и Убту, наконецъ значительный потокъ базальта пересекаетъ долину р. Туй, являясь въ видѣ отдѣльныхъ разрозненныхъ холмовъ до 50 метровъ высотою надъ дномъ долины. Въ ю.-в. Монголіи значительная область около китайской стѣны, между городами Кукухото и Калганомъ занята базальтовыми потоками. Около озера Долой-норъ и въ горахъ Амоголотъ-ханъ также находятся небольшія области развитія базальтовыхъ и другихъ изверженныхъ породъ. Въ запад. Монголіи встрѣчаются болѣе рѣдкія области развитія базальтовыхъ породъ, быть можетъ потому, что эта часть Монголіи изслѣдована еще очень мало; до сихъ поръ известны выходы базальтовъ около Нарынъ-гола и по р. Дзабхынъ.

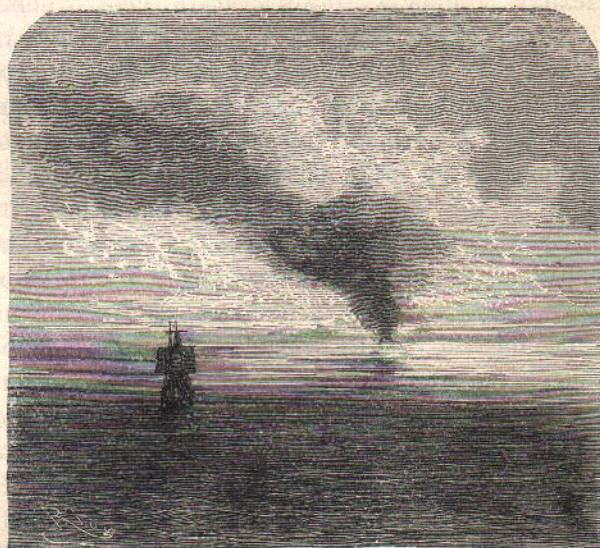
Подводные вулканы. — Трудность наблюдений надъ такими вулканами очевидна; но изъ описаній морскихъ путешествій обнаруживается, что человѣкъ иногда можетъ быть свидѣтелемъ подводныхъ изверженій и даже образованія изъ извергнутыхъ продуктовъ новыхъ острововъ. Въ 1811 г. образовался такимъ путемъ островъ Сабрина, противъ острова св. Михаила, въ ряду Азорскихъ острововъ. Конусъ его представлялъ до 90 метровъ высоты и на вершинѣ его находился кратеръ, но островъ скоро былъ размытъ океаномъ (фиг. 109). Есть и другія наблюденія въ той же части океана, записанныя въ 1691 и въ 1720 годахъ. Вполнѣ такимъ же способомъ образовался и Гремовъ островъ или Фердинанdea въ 1831 г. въ Средиземномъ морѣ, между Сициліею и островомъ Пантеллярія, лежащимъ къ югу отъ первой и представляющимъ древній потухшій вулканъ. Первоначально появился съ поверхности моря, гдѣ раньше наблюдалась довольно значительная глубина, столбъ воды съ водяными парами, которые стали мало-по-малу выносить твердые вулканические продукты, поднимавшіеся до высоты 500 метровъ подъ уровнемъ моря; послѣдними былъ насыпанъ новый островъ. Вулканическая дѣятельность началась здѣсь 28 іюня, а къ 4 августу островъ возросъ до 60 метровъ высоты, имѣя до 22 километровъ въ окружности. Къ концу октября отъ острова не осталось и слѣдовъ, благодаря размыванію его моремъ. Кромѣ образования острова Фердинанdea, по южному берегу Сициліи известны и другія мѣста, гдѣ наблюдались подводные изверженія. Одно изъ нихъ было въ 1845 г.,

другое — въ 1846 г. Въ побережья Исландіи, у юго-западной оконечности страны, извѣстны очень дѣятельные подводные вулканы, извержений которыхъ до сихъ поръ насчитываютъ 13. 12 августа 1863 г. на



Фиг. 109. Подводное извержение и образование острова Сабрина въ 1867 г.

этомъ мѣстѣ произошло новое изверженіе и былъ насыпанъ пепломъ небольшой островокъ, который, впрочемъ, былъ скоро размытъ моремъ.



Фиг. 110. Подводное извержение въ Атлантическомъ океанѣ.

Въ цѣпи Алеутскихъ острововъ, противъ Уналяшки, появился въ 1796 году новый островъ „Іоаннъ Богословъ“. Въ 1819 году островъ

имѣль до семи километровъ въ окружности и до 75 метровъ высоты. Къ 1832 году онъ представлялъ уже половину своей первоначальной величины. Въ группѣ Азорскихъ острововъ также извѣстно неоднократное появление новыхъ (въ 1638, 1720, 1757 и 1811 гг.). Можно упомянуть еще объ образованіи въ 1825 г. нового острова къ сѣверу оть Новой Зеландіи; въ 1820 г.—новаго острова среди юнійскихъ и т. д.

Подводные изверженія въ Атлантическомъ океанѣ были замѣчены въ 1835 и 1838 годахъ, въ той его полосѣ, которая лежитъ между 20° и 22° западной долготы и на поль-градуса къ югу отъ экватора (фиг. 110). Явленія выхода паровъ воды и вулканическаго пепла периодически наблюдались здѣсь со средины прошлаго столѣтія, но неизвѣстно, сопровождались ли эти явленія образованіемъ, хотя бы и временныхъ, новыхъ острововъ. Во всякомъ случаѣ это мѣсто дна Атлантическаго океана представляетъ значительную вулканическую область.

Нѣкоторые ученые выдѣляютъ при разсмотрѣніи вулкановъ въ особыя группы: сольфатары, мофеты, гейзеры и сальзы. Впрочемъ, какъ указано выше, сольфатары и мофеты представляютъ въ большинствѣ случаевъ только извѣстную фазу дѣятельности вулкана, правда, продолжающуюся иногда значительный періодъ времени, но тѣмъ не менѣе фазу едва ли самостоятельную; что же касается гейзеровъ, то съ явленіями ихъ мы уже ознакомились, а потому перейдемъ къ описанію сальзъ или грязныхъ вулкановъ.

ГРЯЗНЫЕ ВУЛКАНЫ.

Грязные или воздушные вулканы извѣстны въ Западной Европѣ также подъ названіемъ сальзовъ. Эти вулканы, въ отличие отъ настоящихъ, доставляютъ на дневную поверхность не расплавленную лаву, а грязь, что и даетъ нѣкоторымъ ученымъ поводъ относить грязные вулканы къ гейзерамъ и др. теплымъ ключамъ. Во всякомъ случаѣ, по своему распространению наичаше грязные вулканы бываютъ пріурочены къ вулканическимъ областямъ (напр., Ява, Америка и др.), а ихъ тѣсное соотношеніе съ нефтяносными областями представляетъ особенный интересъ.

По характеру появленія продуктовъ изъ грязныхъ вулкановъ на дневную поверхность, эти послѣдніе въ самомъ дѣлѣ представляютъ нѣкоторое сходство съ нормальными вулканами, но, по свойству самихъ продуктовъ, они приближаются болѣе къ теплымъ минеральнымъ источникамъ или гейзерамъ, служа до нѣкоторой степени какъ бы связью между тѣми и другими.

Обыкновенно, грязные вулканы поднимаются очень невысоко надъ поверхностью земли, такъ что наичаше высота ихъ конуса не превышаетъ одного метра, иногда 5 — 6 метровъ и еще рѣже 100, 156 и 450 метровъ. На вершинѣ такого конуса, какъ и въ настоящихъ вулканахъ, находится отверстіе или кратеръ, въ которомъ под-

нимается въ видѣ огромныхъ, голубовато-черныхъ пузырей, глинистая масса. Эти пузыри, лопаясь, выбрасываютъ на высоту отъ 9 — 12 метровъ горячую грязь, которая затѣмъ, падая, накапливается по краю кратера.

Продукты грязныхъ вулкановъ могутъ быть подраздѣлены на газообразные и жидкіе. Газы, выдѣляющіеся изъ кратеровъ грязныхъ вулкановъ, обыкновенно представляютъ смѣсь, состоящую изъ углеводородовъ, углекислоты, окиси углерода, сѣроводорода, составныхъ частей атмосферного воздуха, и въ особенности азота. Впрочемъ, различные грязные вулканы доставляютъ различные газы. При сильномъ напряженіи дѣятельности грязного вулкана иногда появляются и водяные пары въ господствующемъ количествѣ. Жидкіе продукты грязныхъ вулкановъ являются въ видѣ грязи, обладающей отъ сѣраго до черно-голубого цвѣта и довольно различной консистенціи: то жидкой, то болѣе тягучей. Въ этой грязи содержится въ значительномъ количествѣ поваренная соль, сѣрнокислая соединенія натрія и магнія и петролеумъ. Анализъ воды изъ грязного вулкана Набамбребисъ, находящагося къ югу отъ г. Сигнаха, въ Тифлисской губерніи, произведенный Потылицынымъ, обнаружилъ весьма значительное содержаніе въ ней твердаго остатка: на 1,000 частей воды приходится 37,9 частей этого послѣдняго, причемъ здѣсь, какъ и въ водѣ, сопровождающей нефтяные ключи, главную роль играетъ хлористый натрій. Этого послѣдняго найдено до 33,2 на 1,000 частей воды: въ этой водѣ найдены также бромъ и іодъ, повидимому въ соединеніи съ магніемъ.

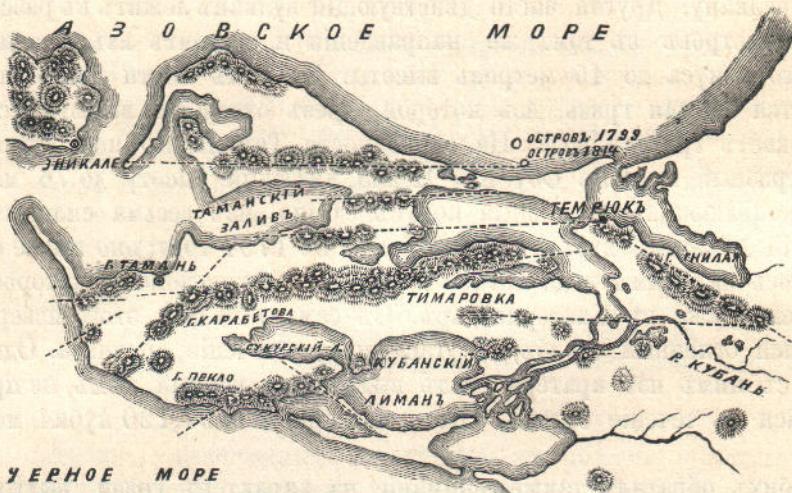
Температура продуктовъ, выбрасываемыхъ грязными вулканами, разнообразна. Обыкновенно эти продукты холодные, но иногда температура достигаетъ 30 и даже 43° Ц.; иногда однако же она много выше и при изверженіяхъ появляется огонь, выходящій изъ кратера и обусловленный горѣніемъ петролеума и другихъ углеводородовъ. Огонь этотъ, слѣдовательно, отличается существенно отъ того огня, который, повидимому, наблюдается при изверженіи настоящихъ вулкановъ. Подъ влияниемъ горѣнія выбрасываемые кусочки грязи сплавляются и такимъ путемъ образуется матеріалъ, весьма напоминающій своимъ наружнымъ видомъ скоріи настоящихъ вулкановъ. При началѣ дѣятельности грязныхъ вулкановъ, подъ ними слышны иногда подземные удары, правда, слабые, и только тогда кратеръ мало-по-малу наполняется грязью, изъ которой затѣмъ начинаютъ вырываться газы, захватывающіе съ собою куски грязи и округляющіе ихъ въ форму бомбъ. Эти послѣднія тоже существенно отличаются отъ бомбъ, вылетающихъ изъ настоящихъ вулкановъ, потому что они состоять не изъ лавы, а изъ застывшей грязи, пропитанной нефтью. Грязь, постепенно наполняя кратеръ, наконецъ, находить себѣ выходъ гдѣ-нибудь въ болѣе низкомъ мѣстѣ края кратера и изливается въ формѣ потока.

Пологій конусъ грязного вулкана сложенъ изъ остывшей грязи, большую частью, голубовато-сѣраго цвѣта, а потому грязные потоки, выливающіеся изъ кратера рассматриваемыхъ вулкановъ, очень легко

могутъ быть наблюдаемы издали, по своему всегда болѣе темному цвѣту, чѣмъ самыи конусы вулкана. При высыханіи потока его поверхность обыкновенно дѣлается болѣе свѣтлою и покрыта налетомъ повареной соли.

Въ Европѣ грязные вулканы известны: въ Сицилии, близь Макалубы, у Модены, на островѣ Милосѣ, въ Исландіи и на побережьяхъ Каспійскаго, Чернаго и Азовскаго морей, а равно и на островахъ этихъ послѣднихъ.

На Таманскомъ полуостровѣ, между г. Таманью и Сукурскимъ лиманомъ, находятся, между прочимъ, два постоянно дѣйствующихъ грязныхъ вулкана. Вернейль описываетъ обстоятельства, предшествовавшія и сопровождавшія изверженіе одного изъ этихъ вулкановъ. Онъ разсказываетъ, что за три дня до изверженія были слышны сильные подземные удары, распространявшиеся до самой Анапы, т.-е. почти на



Фиг. 111. Карта грязныхъ вулкановъ Таманскаго полуострова (Абихъ).

55 километровъ по прямому направлению. Эти удары обусловили колебание земли въ окрестной мѣстности и буквальное дрожаніе ея близъ самого конуса; на третій день, ночью, изъ кратера стали выбрасываться куски грязи и бомбы на высоту, достигающую 12 метровъ надъ кратеромъ вулкана, и, наконецъ, во всей окрестности стала распространяться сильный нефтяной запахъ. Кроме вышеприведенныхъ веществъ, Вернейль наблюдалъ еще выдѣленіе изъ кратера вулкана сѣристаго газа и отложеніе на стѣнахъ его тонкаго налета сѣры. Послѣ этого изъ кратера вышелъ грязный потокъ, который продолжалъ изливаться въ теченіе цѣлаго мѣсяца.

Изслѣдованиемъ Керченскихъ и Таманскихъ грязныхъ вулкановъ занимался, еще раньше, Палласъ, который, между прочимъ, разсказываетъ, что ему въ 1799 году удалось наблюдать, въ разстояніи 280 метровъ отъ берега, образованіе новаго острова, имѣвшаго до 120 ме-

тровъ длины, который весь состоялъ изъ полужидкаго ила и другихъ продуктовъ изверженія грязныхъ вулкановъ и, спустя нѣкоторое время, былъ опять вполнѣ размытъ волнами моря.

Наиболѣе, однако же, полными свѣдѣніями относительно Таманскихъ и Керченскихъ грязныхъ вулкановъ мы обязаны Абиху, который первый составилъ подробную карту ихъ и показалъ, что въ нихъ можно различать, какъ и въ настоящихъ вулканахъ: центральные и рядовые и что грязные вулканы Таманского и Керченского полуострововъ принадлежать къ рядовымъ (фиг. 111). По направленію отъ г. Тамани на востокъ къ Темрюку встрѣчается нѣсколько грязныхъ вулкановъ, расположенныхъ цѣнью и возвышающихся до 400 метровъ. Однимъ изъ первыхъ въ этомъ направленіи грязныхъ вулкановъ будетъ Карабетова гора, возвышающаяся до 61 метра надъ окружающею низменною мѣстностью. Вышеупомянутое изверженіе, описанное Вернейлемъ, и принадлежитъ этому вулкану. Другой часто дѣйствующей вулканъ лежитъ въ разстояніи 27 километровъ въ томъ же направленіи и состоитъ изъ весьма правильного конуса до 45 метровъ высоты. Въ немъ почти постоянно наблюдается мягкая грязь, изъ которой, чрезъ отверстія, вырываются газы и вытекаетъ грязная вода. На оконечности Таманского полуострова лежитъ грязный вулканъ Обу или Пекло, имѣющій высоту до 76 метровъ и представляющій правильный конусъ. Одно изъ весьма сильныхъ изверженій въ этомъ вулканѣ наблюдалось въ 1794 году; оно также сопровождалось сильнымъ подземнымъ гуломъ и землетрясеніемъ, которое было ощущаемо даже въ Екатеринодарѣ. Съ самаго начала этого изверженія показался огненный столбъ, не угасавшій въ теченіе получаса. Одновременно съ нимъ изъ кратера сталъ выдѣляться черный дымъ, не прекращавшійся въ теченіе сутокъ. Это изверженіе дало 97,120 кубич. метровъ грязи.

Абихъ обратилъ также вниманіе на характеръ грязи, выдѣляемой этими вулканами. Оказалось, что по химическому составу она сходна съ трахитовою лавою (хотя по виду скорѣе напоминаетъ глину). Позднѣе Шегренъ подвергъ грязь вулкановъ болѣе подробному микроскопическому изслѣдованию и обнаружилъ въ ея составѣ слѣдующія вещества: стекловатыя зерна (изотропныя), блѣдые или бурые осколки стекла, полевой шпатъ какъ одно-, такъ и трехклиномѣрный, кварцъ, свѣтлый авгитовый минераль, зеленую роговую обманку, ромбоэдры известковаго шпата, магнитный желѣзникъ и сѣрный колчеданъ. Стекловатыя, иногда опаковыя, зерна составляютъ главную часть грязи; они всегда округлены и достигаютъ иногда до 0,2 мм.

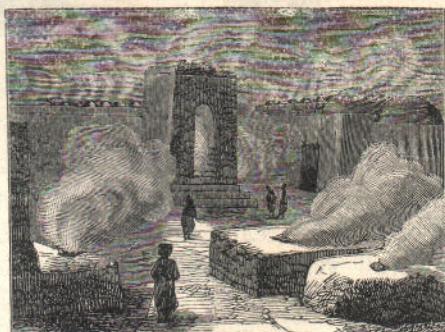
Кромѣ побережій Чернаго и Азовскаго морей, значительные грязные вулканы извѣстны еще въ окрестностяхъ города Баку и на Апшеронскомъ полуостровѣ. Здѣсь они являются крайне богатыми нефтью. По показанію Абиха, нѣкоторые Бакинскіе вулканы достигаютъ сравнительно большой величины. Такъ одинъ изъ весьма замѣчательныхъ грязныхъ вулкановъ этой мѣстности „Агъ-Сибиръ“ поднимается до высоты 140 метровъ, „Торагай“ — 426 метровъ. По показаніямъ того же уче-

наго, наиболѣе типичный примѣръ грязнаго вулкана этой мѣстности представляетъ вулканъ „Арсена“, кратеръ котораго эллиптической формы и равняется двумъ третямъ кратера Везувія, а общая высота этого грязнаго вулкана 326 метровъ. Вулканы Каспійскаго побережья также представляютъ линейное расположение, причемъ линіи, идущія по берегу, непосредственно переходятъ и на острова. Эти вулканы почти постоянно наполнены черною грязью, которая, однако же, не вытекаетъ изъ кратера въ видѣ потоковъ, но только время отъ времени, приблизительно чрезъ каждыя 2—3 минуты, выбрасывается изъ него на небольшую высоту при помощи вырывающихся газовъ. Къ Бакинскому округу грязныхъ вулкановъ относится площадь близъ д. Балаханы, на которой насчитывается до 84 вулкановъ. Всѣ эти вулканы крайне ничтожно поднимаются надъ поверхностью окрестной страны и кратеры ихъ рѣдко достигаютъ 0,6—1,8 метровъ въ диаметрѣ.

Еще недавно, въ области Бакинскихъ вулкановъ одинъ изъ нихъ—Докъ-Ботанъ, близъ станціи Путы Закавказской желѣзной дороги, обнаружилъ весьма интересное извержение. Ночью съ 5 на 6 января 1887 года изверженіе обнаружилось подземнымъ шумомъ, который закончился какъ бы выстрѣломъ, причемъ близъ вершины сопки образовалось отверстіе около двухъ метровъ въ диаметрѣ, изъ котораго поднялся огненный столбъ до высоты 100 метровъ; этотъ столбъ стоялъ на одной высотѣ около 10 минутъ, дымъ же постепенно понизился. Вмѣстѣ съ вырывающимся пламенемъ выбрасывались отдѣльные куски грязи. Чрезъ три часа послѣдовалъ второй, но болѣе слабый взрывъ, сопровождавшійся также огнемъ; чрезъ часъ послѣ него былъ новый, опять съ огнемъ. 7 января были слышны еще три слабыхъ взрыва. Грязь, выступившая при этомъ изверженіи, заняла площадь въ $1\frac{1}{2}$ кв. километра и послѣ изверженія во многихъ мѣстахъ сопки наблюдались многочисленныя трещины.

Выдѣленіе газообразныхъ продуктовъ въ области грязныхъ вулкановъ непосредственно по трещинамъ почвы давно известно. Въ ближайшихъ окрестностяхъ г. Баку, въ 15 километрахъ къ с.-в. отъ города на Апперонскомъ полуостровѣ выдѣляющіеся газы извѣстны подъ именемъ Атемъ-Гахъ или „вѣчныхъ огней“ (фиг. 112), потому что разъ воспламененные, они постоянно обнаруживаются горѣніе и составляютъ предметъ поклоненія огнепоклонниковъ, которые построили для нихъ даже особенный храмъ. Кромѣ этихъ большихъ огней, на западъ отъ Баку есть еще малые огни, но выдѣленіе здѣсь газовъ очень слабое и пламя легко потухаетъ.

Повидимому, и на днѣ Каспійскаго моря расположены такие же грязные вулканы. Описываютъ, что по временамъ изъ воды вырывается столбъ водяныхъ паровъ, выносится пепель и наконецъ появляется пламя,



Фиг. 112. Вѣчные огни близъ г. Баку.

какъ продуктъ горѣнія нефти. Эти вулканы выносятъ на дневную поверхность оплавленный материалъ въ видѣ зеренъ, внутри полыхъ, а снаружи представляющихъ блестящую поверхность. Такой материалъ, въ видѣ каменного дождя, напр., выпалъ на одной изъ косъ Каспійского моря въ 1876 году, при изверженіи грязного вулкана острова Лось. Анализъ показалъ, что зерна эти, по своему составу, тождественны съ грязью, доставляемой сальзами, только содержать менѣе воды. Послѣднее вполнѣ понятно, такъ какъ очевидно, что эти продукты подвергаются влиянию болѣе высокой температуры, на что указываетъ и ихъ внешній видъ. На Каспійскомъ морѣ есть нѣкоторые острова, какъ Санки-Муганъ, Свиной и Булла, которые своимъ происхожденіемъ прямо обязаны скопленію грязи на днѣ моря. Кроме того, въ 1861 году въ маѣ мѣсяцѣ, въ Каспійскомъ морѣ, къ югу отъ Свинаго острова появился новый островъ „Кумани“; существованіе его было непродолжительно, онъ въ ноябрѣ мѣсяцѣ того же года уже исчезъ, и въ 1863 году глубина моря здѣсь была въ четыре метра.



Фиг. 113. Грязные вулканы Турбако въ Новой Гренадѣ.

Сальзы весьма многочисленны на Аппенинскомъ полуостровѣ и время отъ времени обнаруживаютъ свою дѣятельность. Грязный вулканъ Сасуно въ округѣ Кастель-Сантъ-Пietro въ 1839 году произвелъ изверженіе. Другой грязный вулканъ близъ Модены былъ известенъ еще со временемъ Плинія и позднѣе въ 1660, 1789 и въ 1835 году производилъ изверженія; въ послѣднее онъ доставилъ 10.000,000 куб. метровъ грязи и камней.

Относительно Сицилійскихъ грязныхъ вулкановъ замѣтимъ, что они имѣютъ точно также видъ коническихъ холмовъ, поднимающихся отъ 3 до 4 метровъ надъ поверхностью страны, съ небольшими кратерами на вершинѣ, изъ которыхъ выбрасывается холодная вода, смѣшанная съ грязью и съ горной смолой, причемъ любопытно то, что дѣятельность этихъ вулкановъ постоянно сохраняетъ настоящее свое положеніе въ те-

ченіе цѣлыхъ 15 послѣднихъ вѣковъ. Кромѣ Европы, грязные вулканы извѣстны еще въ Бирманской имперіи, на островахъ Явѣ, Целебесѣ, на Малыхъ Зондскихъ островахъ, въ Колумбіи, на островѣ Тринидатѣ, въ Новой Гренадѣ и въ Новой Зеландіи. На островѣ Явѣ можно наблюдать, что подпочва грязныхъ вулкановъ состоитъ изъ базальтовой лавы. Кромѣ того, на томъ же островѣ случалось, что цѣлый вулканъ, напр., Попандаянъ въ 1772 году обрушился и оставилъ послѣ себя лишь озеро, изъ котораго въ настоящее время происходитъ иногда выбрасываніе грязи.

Грязные вулканы Турбако (фиг. 113) лежать къ югу оть Картахены въ Новой Гренадѣ. Здѣсь на равнинѣ стоять отъ 20 до 30 маленькихъ усѣченныхъ конусовъ, изъ которыхъ только нѣкоторые достигаютъ до 6 метровъ высоты, а самые большиe имѣютъ до 73 метровъ въ окружности; величина же кратера колеблется отъ 0,3 — 2,1 метра и менѣе. Газъ, выдѣляющійся изъ кратеровъ, по изслѣдованіямъ Гумбольдта, представляетъ почти чистый азотъ. Этотъ газъ, также какъ и въ Сицилийскихъ грязныхъ вулканахъ, вырывается въ формѣ пузырей, которые, лопнувъ, выбрасываютъ грязь на дневную поверхность, причемъ, высыхая, эта грязь даетъ налетъ поваренной соли.

Землетрясенія.

Къ вулканическимъ явленіямъ относятся также колебанія или сотрясенія почвы, называемыя землетрясеніями, хотя ихъ нѣкоторые ученые выдѣляютъ въ особый отдѣлъ сейсмическихъ явленій, отдѣляя отъ вулканическихъ, къ которымъ относятъ только явленія, сопровождающіяся доставкою на дневную поверхность какъ расплавленныхъ огненно-жидкихъ массъ, такъ и рыхлыхъ продуктовъ. Землетрясенія присущи не только странамъ вулканическимъ, гдѣ почти каждое болѣе или менѣе сильное изверженіе вулкана сопровождается землетрясеніемъ; они захватываютъ собою и страны, отдаленные отъ центровъ проявленія вулканизма. Это послѣднее обстоятельство указываетъ на то, что главная причина землетрясеній принадлежитъ силамъ, глубоко залегающимъ подъ дневною поверхностью. Такое страшное явленіе, какъ землетрясеніе, способно причинить не только значительные расходы человѣчеству, но иногда влечетъ за собой даже гибель многихъ людей. Наиболѣе значительная катастрофа этого рода въ исторіи Европы представляютъ цифры въ 120,000 или даже 200,000 человѣкъ, погибшихъ при томъ или другомъ землетрясеніи. Въ 1693 году отъ землетрясенія на одномъ островѣ Сициліи погибло болѣе 60,000 человѣкъ. При знаменитомъ Лиссабонскомъ землетрясеніи 1755 года погибло 30,000 человѣкъ.

Въ большинствѣ случаевъ землетрясеніе не есть явленіе случайное для данной мѣстности или страны. Для многихъ странъ землетрясенія повторяются болѣе или менѣе часто, не позволяя мѣстнымъ жителямъ забывать объ этомъ явленіи. Такъ, для средней Германіи вы-

числено, что въ періодъ отъ 1786 до 1846 года было 168 землетрясений. Въ бассейнѣ Рейна съ 9 столѣтія по 1845 годъ было 560 землетрясений. По исчисленіямъ Клюге, въ періодъ семи лѣтъ, именно отъ 1850 до 1857 года было 4,620 землетрясений, изъ которыхъ на Южную Италію и Сицилію приходится 509. Область Средиземного моря является въ Европѣ вообще однимъ изъ мѣстъ постоянныхъ землетрясений. Наиболѣе богатою страною по числу ихъ является Южная Америка, въ которой землетрясение почти постоянно бываетъ въ какой-либо мѣстности. Достаточно сказать, что городъ Лима, со временемъ своей постройки, былъ десять разъ разрушенъ землетрясениями. Наиболѣе часты землетрясения въ предѣлахъ пояса, идущаго вокругъ земного шара и заключающагося между 36° и 48° с. широты.

Различные роды землетрясений.—По физическому характеру землетрясений, т.-е. по характеру движенія данной точки земли, можно различать: сотрясательное или толчкообразное землетрясение, при которомъ наблюдается какъ бы взрывъ подъ сотрясающейся точкой, причемъ камни и люди подбрасываются вверхъ, горы начинаютъ качаться вверхъ и внизъ и т. д. Когда наблюдается распространеніе землетрясения изъ какой-либо одной точки во все стороны, т.-е. горизонтально, то такое землетрясение распространяется въ родѣ волнъ на поверхности моря, а потому ему даютъ наименование волнообразного землетрясения. Наконецъ, наблюдались случаи, когда движение данной точки земли было до того беспорядочно, что такія колебанія объясняютъ пересѣченіемъ двухъ различныхъ системъ волнъ и называютъ землетрясения круговоращательными или вихреобразными. Точно также наблюдалось различие и въ интензивности землетрясений, что и дало поводъ для болѣе точного ихъ изученія предложить скалу силы землетрясений. Наиболѣе распространена скала Rossi-Farеля, по которой эту силу можно обозначить 10 баллами.

I. Ударные колебанія незамѣтны непосредственному наблюдению, а обнаруживаются чувствительными инструментами.

II. Сотрясенія, записанные инструментами и ощущаемыя кѣмъ-нибудь изъ людей, находящихся въ это время въ состояніи покоя.

III. Сотрясенія, ощущаемыя большинствомъ людей, находящихся въ состояніи покоя.

IV. Колебанія почвы, ощущаемыя людьми, находящимися въ состояніи движения и дѣятельности. Дребезжаніе оконныхъ стеколь.

V. Колебанія земли, ощущаемыя всѣми. Колебаніе мебели. Звонъ нѣкоторыхъ колокольчиковъ.

VI. Пробужденіе всѣхъ спящихъ. Звонъ колокольчиковъ. Остановка часовъ съ маятникомъ. Шелестъ деревьевъ. Испугъ.

VII. Опрокидываніе предметовъ. Звонъ большихъ колоколовъ. Ужасъ.

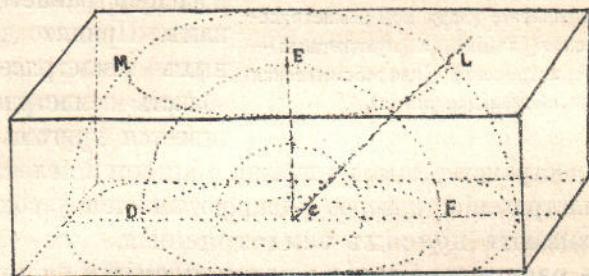
VIII. Образованіе трещинъ въ домахъ, разрушеніе трубъ. Незначительныя опустошения и всеобщая паника и бѣгство.

IX. Разрушеніе отдельныхъ частей зданій или цѣлыхъ построекъ.

X. Всеобщее разрушеніе. Образованіе въ землѣ глубокихъ трещинъ, обваловъ и т. д.

Характеръ распространенія землетрясений.—Различие наблюдается не только въ силѣ и характерѣ землетрясений, но и въ спо-

собѣ распространенія ихъ отъ одного пункта земли къ другому. Изъ общаго характера колебаній почвы при землетрясеніяхъ легко прийти къ заключенію, что гдѣ-то подъ землею при всякомъ землетрясеніи имѣется точка, которую можно назвать центромъ или гнѣздомъ землетрясенія и которая раньше другихъ подвергается нарушенію равновѣсія (фиг. 114С). Отъ такого центра, въ силу законовъ волнообразнаго движенія въ твердыхъ и упругихъ тѣлахъ, волны будутъ расходиться во всѣ стороны, и если тѣло совершенно однородно, то поверхность волны мало-по-малу будетъ приближаться къ сферической, т.-е. волненіе будетъ распространяться во всѣ стороны съ одинаковою скоростью, которую можно назвать истинною скоростью распространенія землетрясенія въ отличіе отъ той, какую наблюдаютъ на поверхности земли и о которой будетъ сказано далѣе. Понятно, что передача колебанія земли отъ центра во всѣ стороны должна отразиться наиболѣе сильно по направлению кратчайшей линіи къ поверхности земли, гдѣ и будетъ наблюдаваться наиболѣе сильный толчокъ. Такую ближайшую точку, которую встрѣчаетъ на поверхности земли линія, идущая



Фиг. 114. Схематическое объясненіе распространенія землетрясенія.

С—центръ или гнѣздо землетрясенія, Е—эпицентръ.

отъ центра или гнѣзда землетрясенія по направленію радиуса земли, называются, согласно съ Зеебахомъ, эпицентромъ. Отъ эпицентра землетрясеніе будетъ распространяться по некоторымъ замкнутымъ кривымъ линіямъ, окружающимъ его и спачала неправильнымъ, но, съ увеличеніемъ разстоянія отъ эпицентра, приближающимъся къ кругу. Линію, соединяющую на земной поверхности точки, одновременно испытывающія наступленіе землетрясенія, называютъ изосейсмическою или косейсмальною. Такъ какъ земля не представляетъ однороднаго строенія, то и въ характерѣ ограниченія поверхности земли изосейсмическими линіями наблюдаются значительныя уклоненія отъ круга. Впрочемъ, центръ или гнѣздо землетрясенія не всегда представляетъ собою только определенную точку земли или небольшое ограниченное пространство. Весьма часто такое гнѣздо является значительно вытянутымъ по одному направленію, а потому и место наиболѣе сильного землетрясенія на поверхности земли выражается не точкой (эпицентромъ), а линіею (эпицентрическая), отъ которой уже и будутъ расходиться колебанія въ раз-

личныхъ стороны. Наблюденія надъ радомъ землетрясеній въ одной и той же мѣстности обнаружили, что центръ или гнѣзда землетрясенія съ теченіемъ времени передвигается по опредѣленнымъ направлѣніямъ.

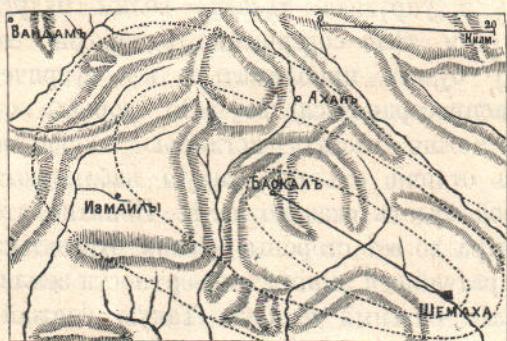
Согласно вышеуказанному, уже давно установилась необходимость при изученіи землетрясеній различать: линейныя землетрясенія, при которыхъ наблюдается на поверхности земли распространеніе колебанія по направленію извѣстной линіи; центральныя землетрясенія, где наблюдается определенный на поверхности земли пунктъ (эпицентръ), отъ котораго землетрясеніе расходится радиально во все стороны, и, наконецъ, трансверсальныя, при которыхъ землетрясеніе исходитъ изъ цѣлой полосы (эпицентрическая линія) и распространяется подобно волнамъ. Принято при центральныхъ землетрясеніяхъ, когда область землетрясенія ограничивается кругомъ или эллипсомъ, такому пространству давать название области землетрясенія. При линейномъ землетрясеніи, которое распространяется узкою полосою, эту послѣднюю называютъ поясомъ землетрясенія.

Скорость распространенія землетрясеній на поверхности земли по болѣе или менѣе точнымъ определеніямъ различна. Вотъ для примѣра нѣсколько определеній:

	Скорость въ секунду.
Землетрасеніе въ Лиссабонѣ въ 1755 году	540 м.
Землетрасеніе въ С. Германіи въ 1843 году на западъ	590 „
„ востокъ	885 „

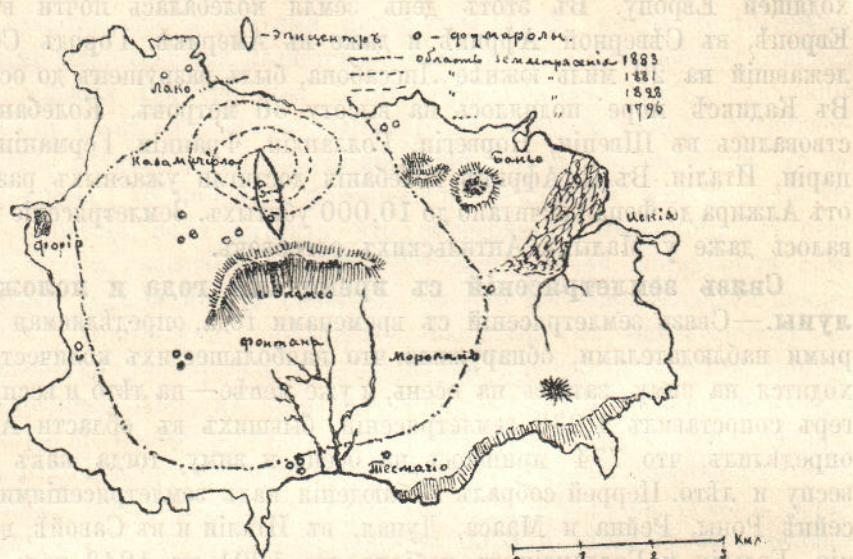
	Скорость въ секунду.
Землетрасеніе въ центральной Германи въ 1872 году	742 м.
Землетрасеніе на Рейнѣ въ 1846 г.	470 „
Землетрасеніе въ Перу въ 1868 г.	131,5 „

Скорость распространенія землетрясеній находится въ зависимости отъ геологического строенія мѣстности. Сила и распространеніе землетрясеній проявляютъ значительное различіе въ зависимости отъ того, развиты ли въ данной мѣстности рыхлые или плотные, массивные или слоистые горные породы. На плотныхъ породахъ землетрясеніе распространяется равномѣрно и на большія пространства. На рыхлыхъ же горныхъ породахъ, где сцепленіе ничтожно, землетрясеніе распространяется слабо, но зато проявляется въ крайне разрушительномъ видѣ. Точно также разрушительно дѣйствуетъ землетрясеніе тамъ, где рыхлые породы лежать на твердыхъ. Размѣры площади землетрясенія точно



также находятся въ зависимости отъ геологического строенія страны. Трешины въ породахъ значительно ослабляютъ, а иногда и задерживаютъ распространеніе землетрясений. Такое же различіе представляетъ и измѣненіе въ составѣ горныхъ породъ: горы и горный цѣпь часто ограничиваютъ собою распространеніе землетрясений.

Маллеть опытомъ надъ искусственнымъ сотрясеніемъ почвы представилъ ясные результаты правильности заключенія о вліяніи геологического состава почвы на скорость распространенія землетрясения. Вотъ результаты его наблюдений:



Фиг. 116. Островъ Искія.

Области землетрясений различныхъ лѣтъ и ихъ эпицентры.

Въ секунду.

Въ твердомъ гранитѣ	скорость распространенія равна 507,3 м.
въ разрушенномъ гранитѣ	" 398,1 "
въ сыромъ пескѣ	" 251,4 "

Продолжительность землетрясений точно также бываетъ различна, но, большою частью, они длися всего не сколько секундъ и рѣже минутъ. Землетрясение въ Венецуэлѣ, разрушившее Каракасъ, длилось 5—6 секундъ, въ Санть-Сальвадорѣ—10 секундъ. Землетрясение Калабрии въ 1783 г. продолжалось около двухъ минутъ. Землетрясение на островѣ Ямайкѣ въ 1692 г. продолжалось три минуты и, наконецъ, Лиссабонское землетрясение 1755 года продолжалось пять минутъ, но самый разрушительный толчокъ длился всего 5—6 секундъ. Конечно, эта продолжительность опредѣляется относительно одного землетрясенія, но известны случаи, когда землетрясенія довольно быстро слѣдуютъ другъ за другомъ. Землетрясение, разрушившее въ 1766 году городъ Куману, продолжалось 14 мѣсяцевъ и сначала удары повторялись чрезъ каждый

часть. Послѣ знаменитаго Калабрійскаго землетрясенія почва пришла въ полный покой только чрезъ десять лѣтъ; въ Лимѣ въ 1746 г. въ теченіе 5 мѣсяцевъ былъ 451 ударъ, а въ Гондурасѣ въ 1856 г. въ теченіе недѣли насчитали 108 ударовъ.

Области распространенія землетрясеній иногда громадны, и наибольшую величину представляютъ центральныя землетрясенія. Классической примѣръ подобнаго распространенія представляетъ Лиссабонское землетрасеніе 1755 года. Оно распространилось почти на цѣлое полушиаріе. Содроганіе ощущалось на площади, въ четыре раза превосходящей Европу. Въ этотъ день земля колебалась почти въ цѣлой Европѣ, въ Сѣверной Африкѣ и даже въ Америкѣ. Городъ Сетубаль, лежавшій на 20 миль южнѣе Лиссабона, былъ разрушенъ до основанія. Въ Кадикѣ море поднялось на высоту 30 метровъ. Колебанія чувствовались въ Швеціи, Норвегіи, Голландіи, Франціи, Германіи, Швейцаріи, Италии. Въ С. Африкѣ колебанія достигли ужасныхъ размѣровъ: отъ Алжира до Феца насчитано до 10,000 убитыхъ. Землетрасеніе чувствовалось даже у Малыхъ Антильскихъ острововъ.

Связь землетрясеній съ временами года и положеніемъ луны.—Связь землетрясеній съ временами года, опредѣляемая нѣкоторыми наблюдателями, обнаружила, что наибольшее ихъ количество приходится на зиму, затѣмъ на осень, и уже менѣе—на лѣто и весну. Фольгеръ сопоставилъ 1,230 землетрясеній, бывшихъ въ области Альпъ, и опредѣлилъ, что 774 пришлось на осень и зиму, тогда какъ 475 на весну и лѣто. Перрей собралъ наблюденія надъ землетрясеніями въ бассейнѣ Роны, Рейна и Мааса, Дуная, въ Италии и въ Савойѣ, во Франціи, Бельгіи и Голландіи въ періодъ отъ 1801 по 1843 годъ и показалъ, что ихъ было 914, причемъ землетрасенія по временамъ года распредѣлились слѣдующимъ способомъ: зимой—292, весной—169, лѣтомъ—224, осенью—230. Кромѣ того, дѣлались опредѣленія и по отысканію зависимости землетрясеній отъ дня и ночи: изъ 502 землетрясеній 320 было ночью, 182—днемъ. Перрей сравнилъ число землетрясеній съ положеніемъ луны и показалъ ту зависимость, которая при этомъ обнаруживается. Изъ 5,388 землетрясеній, собранныхъ этимъ ученымъ, 2,761 или 51% было во время сизигіевъ и 2,627 или 49% во время эпохи квадратуръ, наконецъ, землетрясенія происходить чаще въ перигеѣ, чѣмъ апогеѣ луны. Это же подтверждается и болѣе новыми наблюденіями Ю. Шмидта надъ землетрясеніями Греціи и на Балканскомъ полуостровѣ.

Связь между землетрясеніями и положеніемъ луны подаетъ поводъ нѣкоторымъ ученымъ объяснять и самую причину землетрясеній этимъ обстоятельствомъ. Допускаютъ, что луна и солнце обнаруживаютъ явленіе приливовъ на огненно-жидкое содержимое внутренности земли. Эти приливы задерживаются твердою корою, которая, подвергаясь снизу давленію, должна выйти изъ спокойнаго состоянія. Если давленіе будетъ сильно, то оно преодолѣтъ спѣченіе частицъ твердой земной поверхности и она обнаружитъ колебанія. Если принять эту гипотезу, то полоса земли, соотвѣтствующая вершинѣ приливной волны, т.-е. жаркій поясъ, должна предпочтѣ-

тельно подвергаться землетрясениямъ — это послѣднее предположеніе до извѣстной степени подтверждается наблюденіями. Основываясь на вышеуказанной гипотезѣ, Фальбъ даже предсказываетъ на двадцать лѣтъ не только землетрясенія, но и сильныя возмущенія атмосферы, и нѣкоторыя землетрясенія, какъ напр. въ Ниццѣ, предсказанные Фальбомъ, осуществились на самомъ дѣлѣ; то же наблюдалось и съ другими его предсказаніями. Изученіе землетрясений въ послѣднее время, впрочемъ, обнаружило, что таковыя почти постоянно колеблютъ какую-нибудь мѣстность земного шара, а потому въ предсказаніяхъ Фальба едва ли возможно видѣть подтвержденіе вышеупомянутыхъ гипотезъ.

Явленія, сопровождающія землетрясенія. — Землетрясенія сопровождаются еще и другими явленіями. Такъ, почти постоянными спутниками землетрясеній является подземный гулъ, распространяющійся на значительная пространства. Этотъ гулъ похожъ „то на бушеваніе вѣтра, то на стукъ желѣзныхъ цѣпей, то на грохотъ тяжело нагруженной телѣги, щущей по каменной мостовой, то на бой барабана, то на раскаты грома, то на звонъ разбиваемой стеклянной или фарфоровой посуды“. Вообще, надо замѣтить, что землетрясение рѣдко бываетъ безъ гула, но нельзя сказать наоборотъ. Извѣстны случаи, когда былъ слышанъ ясный гулъ и иногда сильный, но онъ не сопровождался землетрясениемъ. Примѣненіе новѣйшихъ открытій къ наблюденіямъ за землетрясеніями обнаружило и здѣсь новыя, крайне интересныя данныя. Такъ, приспособленіе къ наблюденіямъ микрофона дало возможность обнаружить подземный гулъ въ его крайне ничтожныхъ проявленіяхъ, недоступныхъ невооруженному органу человѣка. Кроме подземного гула, къ явленіямъ, сопровождающимъ землетрясенія, относятся туманъ, электрическія и магнитныя явленія, порывы вѣтра и часто грозы. Относительно первого, надо замѣтить, что большая часть землетрясеній сопровождается болѣе или менѣе сильными туманами. Электрическія явленія, по показаніямъ Гумбольдта, обнаружаются во время землетрясенія на электроскопѣ то въ видѣ положительного, то отрицательного электричества. Колебаніе магнитной стрѣлки тоже констатировано во время землетрясений. Что же касается порывовъ вѣтра и грозы, то существуетъ масса наблюденій, показывающихъ, что самыя колебанія атмосферы весьма часто находятся въ связи съ землетрясеніями и то предпествуютъ имъ, то слѣдуютъ за ними, то, наконецъ, сопровождаясь грозою, идутъ параллельно имъ.

Колебаніе почвы можетъ передаваться сосѣднимъ водоемамъ и вызывать колебаніе воды, хотя нужно замѣтить, что эта передача не всегда наблюдается. Такъ, по Клюге, изъ 15,000 землетрясений, бывшихъ въ прибрежныхъ странахъ, только въ 124 случаяхъ наблюдалось подобное явленіе, а по Перею, изъ 1,098 землетрясений въ западномъ побережье Южной Америки наблюдалось всего 19 случаевъ. Если колебаніе передается водѣ, то оно обнаруживается, главнымъ образомъ, въ береговой полосѣ, гдѣ первоначально наблюдаются быстрый отливъ и затѣмъ страшный приливъ, выбрасывающій на берегъ иногда цѣлые корабли. Во время Лиссабонского землетрясения волна въ 18 метровъ

залила городъ; при землетрясениі въ Каллао въ 1724 г. высота волны доходила до 24 метровъ. Послѣ землетрясениія 1854 г., образовавшагося противъ Санть-Франциско волна имѣла 57 геогр. миль ширины и двигалась со скоростью 97 геогр. миль въ часъ.

Послѣдствія землетрясеній. — Колебаніе твердой земной поверхности при землетрясениі должно вызывать болѣе или менѣе сильныя измѣненія. Землетрясениія принадлежать къ разряду въ высшей степени разрушительныхъ явлений природы. Наиболѣе частымъ послѣдствіемъ являются трещины; эти трещины бываютъ различныхъ размѣровъ: отъ едва замѣтныхъ до трещинъ въ видѣ разъединъ, имѣющихъ нѣсколько тысячъ футъ длины. Наблюдались случаи, когда при землетрясениі раньше образованныя трещины сдвигались или иногда становились еще значительнѣе. При образованіи такихъ трещинъ часто въ нихъ проваливались люди и животныя, а иногда и цѣлые зданія. Трещины, въ большомъ числѣ образующіяся при землетрясеніяхъ, обыкновенно идутъ параллельно другъ другу, рѣже онѣ представляются расходящимися радиально отъ центра, какъ это наблюдалось въ Калабріи. Такія трещины, какъ увидимъ далѣе, представляютъ значительный интересъ для опредѣленія глубины гнѣзда землетрясенія и являются не только въ почвѣ, но и въ стѣнахъ зданій (фиг. 117), гдѣ также изученіе ихъ направленія можетъ представить извѣстныя данные относительно направленія удара.



Фиг. 117. Развалины домовъ послѣ землетрясенія въ Диано-Марино.

Подъ вліяніемъ землетрясеній, нѣкоторые изъ предметовъ, находящихся на земной поверхности, обнаруживаютъ перемѣщеніе первоначального своего расположенія. Такъ, напр., различные памятники, сложенные изъ отдѣльныхъ частей, послѣ землетрясенія, обыкновенно представляютъ значительное перемѣщеніе послѣднихъ (фиг. 118).

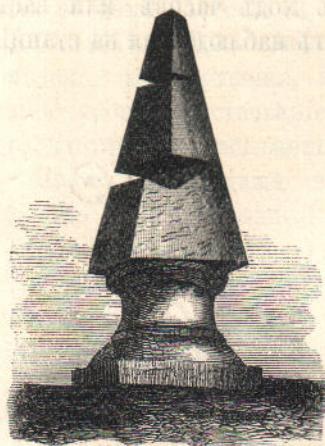
Рядомъ съ образованіемъ трещинъ, къ довольно характернымъ послѣдствіямъ землетрясеній принадлежать провалы, представляющіе большую частью круглые ямы въ нѣсколько футовъ въ діаметрѣ, служившіяся книзу въ формѣ воронки и покрывающія собою иногда значительные пространства (фиг. 119).

По трещинамъ при землетрясеніяхъ наблюдаются перемѣщенія частей земли, т.-е. извѣстны случаи, когда часть, лежащая по одну сторону трещины, оказалась приподнятою. Интересный случай наблюдался послѣ землетрясенія въ одной изъ башенъ Оппидо въ Калабріи. Здѣсь трещина прошла какъ разъ по срединѣ башни, и затѣмъ часть, лежащая

по одну сторону трещины, была приподнята, такъ что такимъ путемъ произошло перемѣщеніе только одной части башни.

Колебаніе земли при землетрясеніи обусловливаетъ громадные обвалы, отъ горныхъ краежей могутъ отваливаться цѣлые скалы и заваливать собою долины. Точно также и оползни представляютъ довольно частое явленіе при землетрясеніяхъ. Такъ, напр., при землетрясеніи въ г. Вѣрномъ въ 1887 году, громадный оползень, произшедший въ сосѣднихъ горахъ, произвелъ значительную панику среди мѣстныхъ жителей.

Вліяніе землетрясеній на источники и рѣки точно также можетъ выразиться въ формѣ болѣе или менѣе крупныхъ измѣненій. Нѣкоторые изъ источниковъ или совершенно изсякаютъ, или являются обогащенныміи механически-взвѣшенымъ матеріаломъ; нѣкоторые при землетрясеніяхъ повышаютъ свою температуру и т. д. Источники Теплица во время знаменитаго Лиссабонскаго землетрясенія сперва изсякли,



Фиг. 118. Перемѣщеніе каменной памятника послѣ землетрясенія.



Фиг. 119. Провальныя ямы въ Калабріи послѣ землетрясенія 1783 г.

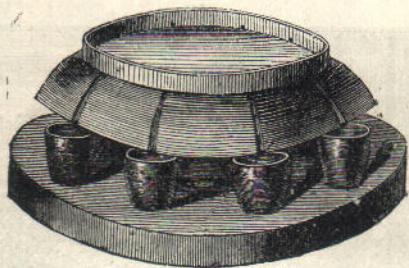
но чрезъ нѣсколько времени снова обнаружились и въ такомъ громадномъ количествѣ, что затопили окрестности. Появившаяся вода ихъ была окрашена въ красный цветъ отъ примѣси окиси желѣза. Образовавшіяся трещины, а равно и обвалы могутъ остановить или отклонить теченіе рѣки по поверхности земли; эти измѣненія вызовутъ разливъ рѣки въ верховья, а это въ свою очередь можетъ вызвать еще новое опустошеніе въ странѣ.

Методы наблюденія за землетрясеніями. Изъ разсмотрѣнія землетрясеній можно видѣть, что для всесторонняго ихъ изученія необходимо опредѣлить:

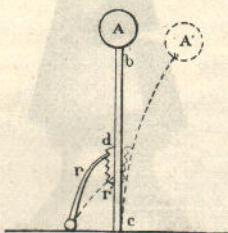
1. Время начала и продолжительность землетрясенія.
2. Число и родъ землетрясеній.
3. Направленіе землетрясеній.

4. Силу удара и какое дѣйствіе онъ произвелъ?
5. Сышенъ ли былъ гулъ?
6. Какія поврежденія произошли въ почвѣ и въ зданіяхъ?

Опредѣлѣніе времени начала и продолжительности землетрясенія производится при помощи точныхъ и нормальныхъ часовъ, по которымъ непосредственно отмѣчаютъ вышеуказанные моменты; при сильныхъ ударахъ, какъ извѣстно, останавливается колебаніе маятника, а съ нимъ и ходъ часовъ; пользуясь этимъ, можно точно опредѣлить начало землетрясенія. Лучшіе мѣста для такихъ наблюденій телеграфныя станціи. Впрочемъ, на станціяхъ для наблюденія за землетрясеніями есть и особые приборы для опредѣленія ихъ начала. Наиболѣе простой состоитъ изъ вертикального штифтика съ заостреніемъ на вершинѣ; на этомъ послѣднемъ сидѣтъ въ малоустойчивомъ состояніи шарикъ, связанный нитью или съ маятникомъ часовъ, или съ чувствительнымъ замкомъ пистолета. При малѣйшемъ сотрясеніи почвы—шарикъ соскальзываетъ съ своей подставки и останавливаетъ ходъ часовъ или заставляетъ пистолетъ выстрѣлить и этимъ вызываетъ наблюдателя на станцію.



Фиг. 120. Сейсмометръ Каччаторе.



Фиг. 121. Сейсмографъ Будге.

Число землетрясеній, конечно, опредѣляется просто счетомъ, а родъ землетрясеній — непосредственнымъ наблюденіемъ характера колебанія почвы.

Для наблюденія за направленіемъ землетрясенія имѣются особые приборы, называемые сейсмометрами или сейсмографами. Первый и наиболѣе элементарный сейсмометръ представляетъ лотъ, привѣшенный вертикально на веревкѣ и снабженный остриемъ; подъ лотомъ помѣщена предварительно выровненная песчаная поверхность, которой лотъ можетъ касаться своимъ остриемъ. При малѣйшемъ движеніи земли лотъ проводитъ по песку борозду и этимъ обозначаетъ направленіе землетрясенія. Другой сейсмометръ Каччоторе (фиг. 120) состоитъ изъ плоскаго круглого сосуда, въ стѣнкахъ котораго, на извѣстной высотѣ надъ дномъ, находятся восемь отверстій, идущихъ въ желобки и расположенныхъ попарно на одной прямой линіи; подъ желобками поставлены стаканы. Если наполнить плоскій сосудъ ртутью и притомъ такъ, чтобы уровень ея доходилъ до отверстій, и при этомъ расположить самыя отверстія соотвѣтственно странамъ свѣта, то приборъ готовъ для

наблюдений. При землетрясении вмѣстѣ съ колебаніями почвы будетъ колебаться и приборъ, а потому понятно, что въ ту сторону, въ которую наклонится приборъ, выльется и болѣе ртути въ стаканъ. Если представить, что колебаніе будетъ идти въ двѣ противоположныя стороны, то, соединяя между собою отверстія, изъ которыхъ вылилось большее количество ртути, можно получить направленіе линіи распространенія землетрясения. Германъ, наблюдая съ этимъ приборомъ въ Палермо, показалъ, что на 27 землетрясений 19 распространялись съ востока на западъ, т.-е. шли отъ Эtnы. Буде предложилъ другой приборъ (фиг. 121), состоящій изъ вертикального стержня *b*, спаянаго наверху чечевицеобразнымъ дискомъ *A*; къ стержню *d* прикрепленъ задерживатель. Какъ скоро землетрясеніе поколеблетъ чечевицу, задерживатель *r* перейдетъ въ *r'* и будетъ удерживать стержень до тѣхъ поръ, покуда не явится наблюдатель.

Въ настоящее время имѣются многочисленные приборы для наблюдений за землетрясениями, съ весьма сложными и разнообразными приспособленіями. Такъ приборъ Зеебаха и Ласо не только указываетъ направленіе землетрясения, но при началѣ его останавливаетъ часы. Особенное усовершенствованіе представляетъ измѣрительный приборъ Вагнера, который записываетъ не только время и направленіе землетрясения, но вычерчиваетъ даже въ увеличенномъ масштабѣ величину самого движенія, т.-е. оставляетъ автографъ или факсимиле землетрясения.

Наблюденія надъ едва замѣтными, а иногда и недоступными невооруженному глазу, дрожаніями почвы, вызвали изобрѣтенія ряда новыхъ инструментовъ или приспособленія старыхъ. Такъ еще Аббади въ 1849 г. наблюдалъ едва замѣтныя землетрясения при помощи двухъ уровней, установленныхъ на прочномъ основаніи и притомъ такъ, что одинъ находился въ плоскости меридiana, другой — въ положеніи ему перпендикулярномъ. Мелкія, но замѣтныя движения пузырька въ уровнѣ легко обнаруживаются землетрясения. Бартелли и Росси употребляютъ особый приборъ (тромометръ), состоящій изъ тонкой нити (около $1\frac{1}{2}$ метра длиною), къ одному концу которой привѣщенъ маятникъ съ тяжестью въ 100 граммовъ; нить и маятникъ съ тяжестью заключены въ трубку для защиты отъ вліянія воздуха. Маятникъ оканчивается остриемъ, конецъ котораго посредствомъ призмы отражается въ микроскопъ и колебанія этого конца измѣряются микроскопическою шкалою. Наблюденія послѣднимъ инструментомъ обнаружили, что почва Италии почти безпрерывно колеблется, причемъ есть периоды, около 10 дней, особенно усиленной дѣятельности. Эти периоды некоторые ученые называютъ „сейсмическими бурями“; наибольшая правильность ихъ наблюдается лѣтомъ, а наиболѣшей напряженности они достигаютъ весною и осенью. Весьма интересна связь этихъ сейсмическихъ бурь съ колебаніями атмосферы, а именно замѣчено, что пониженіе высоты барометра совпадаетъ съ наиболѣшимъ напряженіемъ сейсмической бури и обратно. То же подтверждается и Фр. Дарвинъ своими наблюденіями при помощи маятника, какъ на поверхности земли, такъ и въ рудникахъ. Наблюденія съ

различными микро-сейсмографами и сейсмометрами доказали, что вся-
кому сильному землетрясению предшествует слабое колебание почвы,
постепенно усиливающееся, а потому наблюдения над микро-сейсмо-
графами представляют весьма значительный интерес. Вот почему и
на обсерваторії у Везувія, а въ настоящее время по крайней мѣрѣ на
20 станціяхъ Италии, ведутся ежедневные наблюдения, могущія подчасъ
представить помимо интереснѣйшихъ научныхъ данныхъ, еще и пред-
упрежденія о наступлении болѣе сильныхъ землетрясений, а въ окрестно-
стяхъ вулкановъ — обѣ ихъ изверженій.

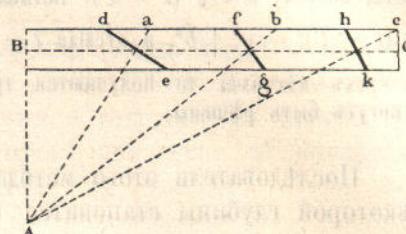
Сила или напряженность удара землетрясения опредѣляется тою
шкалою, которая приведена была раньше (стр. 174). Непосредственнымъ
наблюдениемъ также опредѣляются и послѣдствія каждого удара, а по
точнымъ часамъ опредѣляются и время появленія подземного гула. Су-
ществуютъ попытки опредѣлить центръ данного землетрясения.

Разъ для данного землетрясения точно установленъ эпицентръ
и изосейсмическая линія, то очереднымъ вопросомъ является опредѣление
центра или гнѣзда землетрясения. Еслибы гнѣздомъ землетрясения былъ
центръ земного шара, то, конечно, во всей области его распространенія
на поверхности шара толчки и колебанія были бы равной напряженности.
Точно также, если представить себѣ исходную точку землетрясения близко
къ поверхности земли, то напряженность колебательныхъ движений съ
удаленіемъ отъ эпицентра должна быстро уменьшаться — пропорционально
квадратамъ пройденныхъ путей. Послѣднее дѣйствительно и наблюдалось
въ значительномъ большинствѣ случаевъ, слѣдовательно, гнѣзда земле-
трясений лежитъ на небольшой (сравнительно съ радиусомъ земли) глуби-
нѣ подъ дневною поверхностью. Глубина гнѣзда въ 60 километровъ
составляетъ большую рѣдкость; чаще всего встрѣчаются величины отъ
10—30 километровъ, а при послѣднемъ землетрясеніи на островѣ Искіи
глубина гнѣзда опредѣлена въ $\frac{1}{4}$ километра.

Для опредѣленія глубины гнѣзда или центра землетрясения
существуетъ несолько способовъ, изъ которыхъ упомянемъ только о
способахъ Маллета, Зеебаха, Фальба, Дюттона и Гайдена.

Изъ разсмотрѣнія послѣдствій землетрясений можно было видѣть,
что для изученія ихъ необходимъ подробный и тщательный осмотръ
страны и опредѣленіе тѣхъ поврежденій, которыя произошли въ почвѣ
и въ стѣнахъ зданій. Такъ какъ образованіе трещинъ представляетъ
весмы обыкновенное явленіе при землетрясеніяхъ, то это и подало поводъ
Маллету предложить способъ опредѣлить при ихъ помощи глубину
центра или гнѣзда землетрясения. Маллетъ, повидимому, исходитъ изъ
того положенія, что трещины въ горныхъ породахъ образуются въ на-
правлении, перпендикулярномъ давленію или той силѣ, подъ вліяніемъ
которой нарушается сѣченіе горныхъ породъ. Представимъ (фиг. 122)
въ ВС часть земной поверхности. Изъ какой-нибудь точки А, которую
назовемъ центромъ или гнѣздомъ землетрясения, колебанія земли будуть
распространяться по направлению линій АВ, Аа, Аб и Ас — къ по-
верхности земли. Результатомъ сотрясенія земли явится образование

трещинъ, перпендикулярныхъ направлению давленія, т.-е. линіямъ AB , Aa , Ab и Ac ; такими перпендикулярами будутъ трещины de , fg и hk , а потому если строго опредѣлить положеніе образовавшихся трещинъ какъ относительно странъ свѣта, такъ и горизонта, то можно построить для каждой трещины перпендикуляръ и въ мѣстѣ пересѣченія ихъ между собою найти центръ землетрясенія. Если соединить эту найденную точку А кратчайшею линіею съ поверхностью земли, т.-е. съ эпицентромъ, то такимъ путемъ опредѣляется и самая глубина гнѣзда землетрясенія. Разсчеты такой отъ поверхности земли представляютъ цифры весьма различные, какъ это видно изъ нижеслѣдующей таблицы:



Фиг. 122. Опредѣленіе по Маллете глубины исходнаго удара землетрясенія.

глубины центра землетрясенія

Землетрясенія.	Средняя глубина гнѣзда землетрясенія въ метрахъ.	Скорость распространенія въ секунду въ метрахъ.
Рейнское 1846	38806	568
Калабрійское 1857	9275	260
Средне-германское 1872.	17956	742
Первое землетрясеніе въ Герцогенратѣ 1873	11130	360
Второе, тамъ же, 1877	27113	475
Западно-германское 1878	8880	302

Глубина гнѣзда землетрясенія, найденная, по способу Маллета, Ольдгамомъ при землетрясеніи въ Сахарѣ въ 1869 г., равна 48,000 метрамъ.

Къ сожалѣнію, многочисленныя побочныя обстоятельства настолько влияютъ на положеніе трещинъ, что сплошь и рядомъ опредѣленіе ихъ положенія, а отсюда и разсчеты по способу Маллета приводятъ къ весьма шаткимъ выводамъ.

Способъ разсчета глубины гнѣзда землетрясенія, предложенный Зеебахомъ, основанъ на точномъ наблюденіи времени начала землетрясенія въ точкахъ земной поверхности, различно удаленныхъ отъ эпицентра.

Формула Зеебаха выведена слѣдующимъ способомъ: назовемъ чрезъ E — эпицентръ, D — какая-либо точка земной поверхности, O — гнѣздо землетрясенія, T — моментъ начала землетрясенія въ O , t — моментъ толчка въ D , v — скорость распространенія землетрясенія. Растояніе между эпицентромъ (E) и точкою D известно (y),

а потому изъ прямоугольного треугольника легко вычислить величину гипотенузы (x), если катетъ, соединяющій гнѣздо съ эпицентромъ, назовемъ b , т.-е. $x^2 = y^2 + b^2$. Пространство, пройденное какимъ-либо движеніемъ, равно произведению времени на скорость, поэтому $x = v(t - T)$. Вставляя эту величину въ первое уравненіе, получимъ $v^2(t - T)^2 = y^2 + b^2$, а отсюда $t - T = \sqrt{\frac{y^2 + b^2}{v^2}}$. Если наблюденія произведены въ трехъ мѣстахъ, то получаются три уравненія съ тремя неизвѣстными, которыя и могутъ быть решены.

Послѣдователи этого метода предполагаютъ, что земная кора съ нѣкоторой глубины становится однородна. Мощность этой однородной части такъ велика сравнительно съ покрывающими ея осадочными образованиями, что послѣднія своею разнородностью не могутъ чувствительно влиять на распространеніе колебаній. Поэтому методъ Зеебаха примѣнимъ только къ землетрясеніямъ съ глубоко (десятки километровъ) лежащимъ гнѣздомъ. Кроме того Зеебахъ полагаетъ, что гнѣздо землетрясенія представляетъ небольшой объемъ, но какъ было указано выше, при нѣкоторыхъ землетрясеніяхъ надо допустить значительные его размѣры. Ласо примѣнилъ способъ Зеебаха къ изученію землетрясенія въ Герцогенратѣ въ 1877 г. и нашелъ глубину гнѣзда въ 27,5 километровъ. Толчекъ достигъ эпицентра въ 56 секундъ. Понятно, что при такихъ скоростяхъ наблюденія разница въ ходѣ часовъ въ различныхъ пунктахъ наблюдений можетъ повести къ ошибочнымъ и неточнымъ результатамъ.

Способъ Фальба основанъ на определеніи промежутка времени, протекшаго между подземнымъ гуломъ, предшествующимъ землетрясенію, и первымъ толчкомъ, ощущаемымъ земной поверхностью. Всѣ исследователи признаютъ, что гулъ и колебаніе гнѣзда землетрясенія возникаютъ одновременно, но достигаютъ земной поверхности съ различной скоростью. Зависимость сказанного промежутка времени отъ глубины гнѣзда землетрясенія видна изъ слѣдующаго:

Назовемъ чрезъ E —эпицентръ, O —гнѣздо землетрясенія, b —его глубина, D —точка поверхности земли, где находится наблюдатель, d —ея разстояніе отъ E , r —ея разстояніе отъ O , e —уголъ, образованный направленіемъ толчка съ горизонтальною плоскостью въ точкѣ D , T —время, прошедшее отъ начала сотрясенія въ O до появленія толчка въ D , t —время, прошедшее отъ того же момента до появленія гула въ D , v —скорость распространенія колебаній, v_1 —скорость распространенія звуковъ въ почвѣ. $r = vT = v_1t$ (см. способъ Зеебаха). $T - t$ обозначимъ чрезъ S . $\frac{r}{v} = T; \frac{r}{v_1} = t; r \left(\frac{1}{v} - \frac{1}{v_1} \right) = T - t = S; \frac{r(v_1 - v)}{vv_1} = S; r = \frac{v_1 Sv}{v_1 - v}$. Легко усмотреть, что $b = r \cdot \sin e$, а отсюда $b = \frac{v_1 Sv \cdot \sin e}{v_1 - v}$, $d = r \cdot \cos e$, а следовательно $\cos e = \frac{d}{r} = \frac{d(v_1 - v)}{v_1 Sv}$. Величина d —определенна, S —наблюдаются непосредственно, v и v_1 должны быть определены непосредственнымъ опытомъ. Если ихъ отношение $\frac{v}{v_1}$ выразить чрезъ k , то формула приметъ слѣдующій видъ:

$$\cos e = \frac{d(1-k)}{Sv} \text{ и } b = \frac{Sv \cdot \sin e}{1-k}.$$

Въ этомъ способѣ есть свои слабыя стороны: нѣкоторыя величины (*k*) непостоянны, скорость распространенія колебаній почвы (*v*) съ теченіемъ времени увеличивается относительно скорости распространенія звука (*v₁*).

Такимъ способомъ опредѣляется глубина гнѣзда землетрясенія (*b*), если наблюденіе произведено въ одномъ мѣстѣ. Если же одно наблюденіе промежутка времени между гуломъ и сотрясеніемъ произведено въ эпицентрѣ, а другое гдѣ-либо въ сторонѣ отъ него, то вычисленіе значительно упрощается.

Пусть *s* будетъ промежутокъ времени между гуломъ и сотрясеніемъ въ эпицентрѣ — *E*, а *s₁* — въ какой-либо точкѣ земной поверхности *D*. Эти промежутки времени относятся, какъ разстояніе соответствующихъ точекъ отъ центра, т.-е. $\frac{s}{s_1} = \frac{b}{r} = \sin e$, а *b* = *d.tg e*. Опредѣляя изъ первого уравненія *e*, и вставляя его во второе, получимъ *b*.

Опредѣливъ этимъ способомъ глубину гнѣзда землетрясенія 1877 г. въ Герцогенратѣ, Ласо получилъ его равнымъ 27,2 километра.

Дюттонъ и Гайденъ предложили еще одинъ способъ, основанный на изученіи распределенія изосейсмическихъ линій, а потому примѣнимый только при большомъ количествѣ и правильномъ распределеніи сейсмографовъ въ области землетрясенія.

Изъ разсмотрѣнія ряда способовъ опредѣленія глубины гнѣзда или центра землетрясенія видно, какъ велика должна быть точность наблюденія различныхъ моментовъ землетрясенія. Впрочемъ, и при математической точности наблюденій, незнаніе условій залеганія и строенія глубокихъ частей земной коры дѣлаетъ во всякомъ случаѣ невозможнымъ полученіе вполнѣ точныхъ результатовъ, какой бы изъ вышеописанныхъ способовъ ни примѣнялъ наблюдатель.

Лиссабонское землетрясеніе.—Это ужасное землетрясеніе произошло первого ноября 1755 года. Безъ всякихъ предвѣстниковъ, въ 9 ч. 35 минутъ утра, послѣ небольшого подземного гула, земля вдругъ начала колебаться. Уже отъ первыхъ колебаній пошатнулись и разрушились многія зданія Лиссабона. Послѣ небольшой паузы сразу характеръ колебанія измѣнился: какъ будто громадный экипажъ пронасся по кучамъ камней, разрушая на своемъ пути всѣ дома, церкви, публичныя зданія и погребая подъ ними почти всѣхъ жителей столицы. Это землетрясеніе продолжалось въ общей сложности около 6 минутъ. Многіе жители города, отыскавая болѣе безопасное мѣсто, высыпали на набережную, но и эта послѣдняя въ короткій промежутокъ времени погрузилась въ воду и похоронила съ собою всѣхъ, на ней находящихся. Всльдѣ за разрушениемъ города высокая волна наступила съ моря на берегъ и разрушила то, что пощадило землетрясеніе. Находящіяся на морѣ суда были сорваны съ якорей и съ страшною силой ударились другъ о друга. Во время этого землетрясенія многія изъ горъ Португалии были страшно потрясены, въ нихъ образовались многочисленныя трещины и громадные обвалы завалили собою долины. Въ Оporto землетрясеніе обнаружилось уже въ 9 часовъ 40 минутъ утра въ тотъ же день, сопровождалась сильнымъ подземнымъ гуломъ; здѣсь также въ 6—7 минутъ все было разрушено до основанія. Въ Кадиксѣ въ то же время испытывалось землетрясеніе въ теченіе 5 минутъ, а въ 11 часовъ 10 минутъ громадный валъ наступилъ со

сторони моря на западную часть города, производя въ немъ значительныя опустошения. Въ это же утро въ теченіе 2 минутъ тряслась и скала Гибралтара.

Землетрясеніе въ Калабрії существенно отличалось отъ вышеописанного тѣмъ, что оно продолжалось въ теченіе 51 дня: начавшись 5 февраля 1783 года, оно видимо окончилось только 28 марта того же года. Возобновляясь отдѣльными толчками безъ всякой видимой правильности, оно, повидимому, имѣло своимъ центромъ г. Оппидо; отсюда распространялось на 5 геогр. миль въ окружности, т.-е. на пространство 80 квадр. км. Полагаютъ, что землетрясеніе было произведено Этною, потому что кроме Калабрії и по ту сторону пролива оно съ страшною силою ощущалось въ Сициліи, гдѣ г. Мессина былъ разрушенъ до основанія. По собраннымъ даннымъ, этимъ землетрясеніемъ было уничтожено до 400 городовъ и деревень и погибло до 100,000 человѣкъ. Очевидцы, посѣтившие Калабрію какъ во время, такъ и послѣ землетрясенія, рассказываютъ, что вся страна совершенно измѣнила свой наружный видъ. Нѣкоторыя прибрежныя горы исчезли, обвалившись въ моря и рѣки, другія дали глубокія разсыплины; рѣки, встрѣчая неожиданныя препятствія, нагроможденныя землетрясеніями, измѣнили свое теченіе, образовавъ многочисленные разливы. Нѣкоторыя изъ озеръ исчезли, въ другихъ мѣстахъ — образовались новыя, и значительная часть страны покрылась воронкообразными провалами.

Землетрясенія въ средней Азії. Знакомство съ землетрясеніями средней Азіи шло параллельно съ нашимъ постепеннымъ завоевательнымъ движеніемъ въ эту страну. Такъ какъ это движеніе началось сравнительно недавно, то понятно, что еще не могло быть собрано достаточное количество данныхъ; но уже и теперь Орловъ указываетъ, что областью наисильнѣйшихъ и наиболѣе частыхъ землетрясеній служить г. Ошъ Ферганской области, окрестности Исыкъ-Куля, Токмака, Вѣрнаго, Ташкента, Пишпека и другія мѣста Семирѣчевской области, лежащія по соображенію съ отрогами юго-восточнаго Алтая и Тянъ-Шаня. Съ 1885 г. землетрясенія стали съ особою силою обнаруживаться въ окрестностяхъ Исыкъ-Куля. 22 июля сильныя колебанія были наблюдаемы въ Токмакскомъ уѣздѣ, въ г. Вѣрномъ, въ Наманганѣ, Андижанѣ и въ г. Ошѣ,—они распространялись вдоль Александровскаго хребта и особою силою и разрушительностью обладали въ той его части, противъ которой лежатъ селенія Сукулукъ, Бѣловодское и Карабалты. Центръ этого землетрясенія, повидимому, приходится на Токмакский уѣздъ. Въ 1886 году 17 ноября ощущалось сильное землетрясеніе въ Ташкентѣ, выразившееся тремя подземными ударами. Толчки и вздрогивание почвы здѣсь повторялись до 26 ноября, а легкое землетрясеніе ощущалось еще 28 декабря. Въ 1887 году первого января ощущалось землетрясеніе въ Семипалатинскѣ, гдѣ ночью первоначально былъ слышенъ страшный грохотъ какъ бы колеснаго экипажа, за которымъ послѣдовали два или три замѣтныхъ толчка; это явленіе здѣсь продолжалось всего 15 секундъ.

Наконецъ, 28 мая 1887 г. обнаружилось сильное землетрясеніе въ г. Вѣрномъ. Здѣсь оно началось подземными ударами въ исходѣ пятаго часа утра и затѣмъ непрерывно по нѣсколько разъ въ день ощущались колебанія до 26 июня, а изрѣдка повторяются и понынѣ. Разрушена была масса домовъ, причемъ образовавшаяся трещины носили смѣшанный характеръ; станица Коскеленъ совершенно уничтожена, а по дорогѣ къ ней образовались провалы и трещины до метра шириной: въ нѣкоторыхъ изъ нихъ показалась вода. Даже въ 15 километрахъ отъ Вѣрнаго, на Аксайѣ, вся земля явилась покрытою трещинами, изъ которыхъ высоко вылетали струи воды. На поляхъ и прилегающихъ хуторахъ и станицахъ убито много людей и скота. Въ четверть часа г. Вѣрный былъ разрушенъ до основанія, сохранились только кой-гдѣ невысокіе деревянные дома. Какъ бы въ довершеніе всѣхъ бѣдъ, обрушившися на г. Вѣрный, утромъ 29 мая послышался со стороны горъ необыкновенный шумъ воды, какъ бы отъ громаднаго водопада. По городу разнесся слухъ, что на него наступаетъ страшная волна воды,—все это произвело необыкновенную панику среди жителей. Позднѣе оказалось, что самый шумъ былъ произведенъ громаднымъ оползнемъ, произшедшемъ въ долинѣ р. Малой Алматинки, приблизительно въ 13 километрахъ отъ г. Вѣрнаго. Оползень до 20 метровъ высотою загородилъ рѣчку и медленно подвигался, со скоростью отъ 2 до 4 метровъ въ часъ, по долинѣ; но онъ не достигъ города, рѣчка

промыла въ немъ себѣ ложе и поступательное движение оползня прекратилось. Другой такой же оползень произошелъ въ разстояніи около 10 километровъ отъ города по р. Аксако. Мѣста двухъ вышеупомянутыхъ оползней одни принимаютъ за эпицентръ землетрясения, другіе за него принимаютъ Большую Алматинку; изъ собранныхъ до сихъ поръ данныхъ полагаютъ, что по радиусу это землетрясеніе распространялось не менѣе, какъ на 400 километровъ, и хотя не коснулось сибирскихъ вершинъ Александровского хребта, но захватило собою всю культурную область Семирѣчья. По



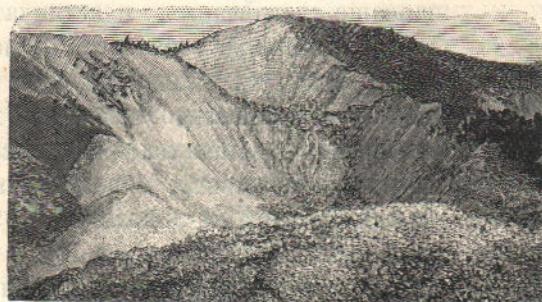
Фиг. 123. Полуразрушенная землетрясениемъ татарская мечеть въ г. Вѣрномъ.



Фиг. 124. Уголъ гостиничного двора, разрушенного землетрясениемъ въ г. Вѣрномъ.

другимъ показаніямъ, одновременно наблюдалось землетрясеніе въ Серіополь и Ташкентѣ, отстоящихъ отъ Вѣрнаго на 700 — 800 километровъ. На с.-в. отъ горъ это землетрясеніе распространялось на 100 километровъ.

Землетрясеніе въ Остзейскомъ побережїи, Петербургской губерніи и въ Крыму. Въ Остзейскомъ побережїи, а равно и въ продолженіи его — Царско-сельской грядѣ, изрѣдка наблюдаются крайне слабые подземные удары. Такіе же удары наблюдались и въ Крыму. Подобный ударъ, напр., былъ слышенъ въ 1869 году, а



Фиг. 125. Оползень по р. М. Алматинкѣ, произошедший во время землетрясения въ г. Вѣрномъ*).

затѣмъ въ 1875 году. Площадь, на которую въ этомъ послѣднемъ случаѣ распространялся ударъ, довольно значительна, а именно крайними пунктами съ одной стороны является г. Евпаторія, съ другой — м. Алушта, лежаще на разстояніи около 180 километровъ по прямому направлению. Наиболѣе сильно ощущался ударъ въ г. Севастополь и еще сильнѣе въ долинѣ р. Алмы. Результатомъ удара было образованіе во многихъ домахъ трещинъ: на знаменитомъ севастопольскомъ кладбищѣ многіе изъ памятниковъ повернулись на нѣкоторый уголъ относительно своихъ пьедесталовъ.

*) Рисунки для фиг. 123, 124 и 125 сняты мною съ оригиналовъ, находящихся въ библиотекѣ Императорскаго Русскаго Географическаго Общества.

Поднятія и опусканія.

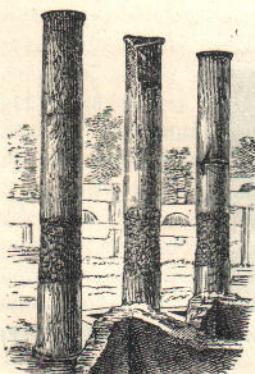
Къ числу наиболѣе интересныхъ и вмѣстѣ съ тѣмъ весьма важныхъ проявленій вулканической дѣятельности принадлежатъ поднятія и опусканія болѣе или менѣе значительныхъ частей земной коры. Какъ тѣ, такъ и другія могутъ быть или быстры и кратковременны, или медленны и постоянны. Различные части земной поверхности представляютъ много примѣровъ какъ быстрыхъ, такъ и медленныхъ поднятій и опусканій; но, безспорно, явленія эти наиболѣе рѣзко обрисовываются въ странахъ вулканическихъ и удобнѣе всего наблюдаются на берегу моря, которое представляетъ своею поверхностью постоянный уровень, при помощи которого можно судить объ относительномъ положеніи суши. Эти два условія: вулканическая дѣятельность и приморское положеніе—какъ нельзя болѣе, имѣютъ мѣсто для прибрежья Неаполитанского залива, на которомъ и проявляются особенно рельефно явленія поднятія и опусканія.

КОЛЕБАНИЯ ВЪ СТРАНАХЪ ВУЛКАНИЧЕСКИХЪ.

Поднятіе и опусканіе побережья Неаполитанского залива.—Горныя породы побережья образуютъ множество обращенныхъ къ морю обрывовъ, населенныхъ устрицами и другими моллюсками, обитающими только подъ водою и потому почти никогда не поднимающими

выше уровня прилива; изъ послѣднихъ наимаще встрѣчается пластинчато-жаберный — *Modiola litophaga*, обладающій способностью пронизывать себѣ цилиндрические ходы даже въ такихъ сравнительно твердыхъ породахъ, какъ мраморъ. Оказывается, что высота его ходовъ на рассматриваемомъ берегу превышаетъ высоту уровня прилива и доходитъ до 9 метровъ надъ уровнемъ моря. Уже одно это обстоятельство указываетъ на существование поднятія побережья; но есть и другія явленія, еще болѣе подтверждающія подобное указаніе. Такъ въ 1861 году побережье Неаполитанского залива, послѣ изверженія Везувія, поднялось сразу на 0,1 метра.

Еще большій интересъ въ этомъ отношеніи представляютъ результаты раскопокъ храма Юпитера Сераписа, находящагося близъ г. Пуццуоли и построенного, какъ свидѣтельствуютъ несомнѣнныя историческія данныя, на самомъ берегу моря въ 105 году до Р. Х. Большая часть колоннъ храма (фиг. 126) лежитъ на полу его и покрыта морскими устрицами и червями, и только три изъ нихъ сохранили до нынѣ вертикальное положеніе. Эти три колонны



Фиг. 126. Колонны храма Юпитера Сераписа.

сдѣланы изъ мрамора, тогда какъ остальныя изъ гранита; онъ несуть на себѣ множество характерныхъ ходовъ Modiolae litophagae, начинающихся для всѣхъ трехъ колоннъ на одной и той же высотѣ, т.-е. на высотѣ 3,6 метровъ надъ уровнемъ залива и распространяющихся отсюда до высоты 7 метровъ; нижележащія части ихъ остались нетронутыми и совершенно гладкими и неизмѣненными. Раскопки, здѣсь произведенны, показали, что эти нижнія части вертикальныхъ колоннъ были завалены морскимъ пескомъ, смѣшаннымъ съ раковинами, а потому были защищены отъ Modiolae.

Всѣ вышеприведенные факты относительно Байского побережья Неаполитанского залива показываютъ, что оно сначала опустилось, а затѣмъ, послѣ болѣе или менѣе продолжительного покоя, снова поднялось; при этомъ, опусканіе было крайне медленное и постепенное, а поднятіе, судя по нѣкоторымъ даннымъ, быстрое и кратковременное.

Въ медленности и постепенности опусканія побережья Байского залива убѣждаетъ результаты раскопокъ того же храма Сераписа. Море сначала затопило дворъ храма и смѣшало свои воды съ водой протекавшаго внутри храма минерального ключа; съ теченіемъ времени изъ ключа осѣль известковый осадокъ, въ которомъ находяться лишь немногихъ морскихъ червей, вслѣдствіе малой еще солености воды. Затѣмъ слѣдуетъ осадокъ вулканическаго пепла, потомъ опять слой известковаго туфа и т. д. Понятно, что для образованія этихъ слоевъ было потребно не малое время. То же заключеніе можно вывести изъ постепенного увеличенія числа морскихъ организмовъ въ послѣдовательныхъ, вышележащихъ пластахъ. Сначала, когда храмъ стоялъ еще довольно высоко, морской воды въ него проникало немного и минеральный источникъ могъ сильно влиять на ея соленость, поэтому въ нижнихъ слояхъ находять очень мало морскихъ организмовъ; по мѣрѣ того, какъ храмъ осѣдалъ, вода все ближе по составу подходила къ морской, и морскихъ организмовъ попадается все больше и больше. Ту же медленность опусканія подтверждается и нахожденіе въ храмѣ двухъ половъ одного надъ другимъ; очевидно, медленное затопленіе нижнаго пола моремъ побудило выстроить надъ этимъ поломъ другой. Всѣ вышеописанные факты дѣлаютъ несомнѣннымъ медленность и постепенность опусканія храма Сераписа. Вообще побережье Байского залива представляетъ много примѣровъ колебанія почвы. Въ тихую погоду тамъ можно видѣть подъ водою зданія, которыя, разумѣется, прежде были на суши, а теперь опустились, какъ показали измѣренія, на нѣсколько метровъ.

Подобныя колебанія наблюдаются не только здѣсь, но и въ другихъ мѣстахъ. Такъ известны нѣкоторые факты относительно западнаго прибрежья Кавказа, доказывающіе, что здѣсь происходитъ опусканіе. Черніавскій описывается на днѣ Сухумской бухты остатки значительного города, нынѣ находящагося на глубинѣ 4—6 метровъ подъ уровнемъ и въ разстояніи 60—100 метровъ отъ берега. Среди упѣлѣвшихъ на днѣ моря городскихъ стѣнъ поднимаются стѣны древняго замка. Подъ всѣмъ г. Сухумомъ, при рытьѣ колодцевъ, прокладкѣ фундаментовъ и

др. искусственныхъ работахъ, находять многочисленные остатки древнихъ построекъ, прикрытыхъ наносомъ и находящихся иногда метровъ на 6—10 ниже уровня моря. По мнѣнію Чернявскаго вышеуказанныя постройки принадлежать древнему городу Діоскурії-Севастополю, основанному 32 столѣтія тому назадъ. Дюбуа-де-Моншерре также описалъ, нѣсколько выше г. Поти, развалины древней крѣпости, погруженной въ болото. Чернявскій утверждаетъ, что по разматриваемому прибрежью должны отыскаться подъ водою и другіе остатки древнихъ селеній и что погружение берега продолжается и понынѣ.

Поднятіе побережья въ Чили и въ Остъ-Индіи.—Не менѣе характерны явленія поднятія побережья въ Чили, гдѣ вулканическая дѣятельность достигаетъ значительной степени развитія. Въ 1753 году, послѣ сильнаго землетрясенія, побережье поднялось на 8 метровъ, а въ 1822 г., тоже послѣ землетрясенія, оно поднялось хотя всего на одинъ метръ, но зато на очень большомъ протяженіи (около 240 миль).

Въ Остъ-Индіи, во время землетрясенія въ Каѣ, въ 1819 году, обширное пространство суши поднялось выше прежняго уровня, тогда какъ сосѣдняя мѣстность опустилась. Послѣ первого удара землетрясенія, передъ восточнымъ устьемъ Инда поднялась полоса земли, длиною въ 70, шириной до 24 километровъ и высотою въ 3 метра. Въ то же время къ югу отъ этой мѣстности пространство въ 4,500 кв. километровъ погрузилось подъ уровень моря и превратилось въ прибрежное озеро; находившіеся на берегу фортъ и деревни скрылись подъ водою, и только верхушки ихъ зданій остались свидѣтелями этого явленія.

Поднятія и опусканія въ области грязныхъ вулкановъ.—Примѣръ подобнаго рода колебаній представляетъ побережье Каспійскаго моря и особенно участокъ его, прилегающій къ г. Баку. Изслѣдованіе ближайшихъ къ морю террасъ этого побережья показало, что въ нихъ погребены нѣкоторые нынѣ живущіе въ Каспійскомъ морѣ моллюски и что, слѣдовательно, въ сравнительно недавнюю геологическую эпоху это побережье было выдвинуто изъ воды. Это обстоятельство навело Эйхвальда на мысль, что Каспійское море нѣкогда занимало гораздо болѣшую площадь, чѣмъ нынѣ. По показанію Страбона, Волга прежде впадала въ Каспійское море у г. Царицына, находящагося теперь уже на очень значительномъ разстояніи отъ устья этой реки. Надо, однако, замѣтить, что подобнымъ показаніямъ не всегда слѣдуетъ довѣрять, такъ какъ они бываютъ основаны болѣшею частью на рассказахъ сомнительной правдоподобности. И дѣйствительно, сличеніе фауны Каспійскаго моря съ ископаемою фауною долины нижнаго теченія Волги ясно показываетъ, что это море, безспорно, занимало нѣкогда гораздо болѣшую площадь, чѣмъ нынѣ, но что это „нѣкогда“ относится къ эпохѣ гораздо болѣе отдаленной, чѣмъ та, въ которой жилъ Страбонъ.

Кромѣ поднятій, прибрежье Каспійскаго моря претерпѣваетъ въ нѣкоторыхъ своихъ частяхъ и опусканія, на что указываютъ результаты произведенныхъ Эйхвальдомъ изслѣдованій въ окрестностяхъ г. Баку.

Такъ, нѣкоторыя постройки (напр., остатки старого гостинного двора) уже погрузились въ море на извѣстную глубину, а мысъ, лежавшій къ югу отъ Баку, превратился въ группу островковъ.

ВѢКОВЫЯ КОЛЕБАНИЯ.

Явленія поднятія и опусканія замѣчаются также и въ такихъ мѣстностяхъ, гдѣ проявленіе вулканической дѣятельности въ видѣ вулкановъ совершенно неизвѣстно. Подобныя явленія называются у геологовъ вѣковыми колебаніями и представляютъ вообще гораздо болѣе интереса, чѣмъ предыдущія, какъ по медленности и однородности движенія и громадности площади его распространенія, такъ и по тому вліянію, какое оказываютъ эти явленія на органическую жизнь вообще. Въ настоящее время, какъ указано будетъ далѣе, нѣкоторые ученыe выдѣляютъ совершенно вѣковыя или медленные колебанія изъ разряда вулканическихъ явленій и Зюссъ предлагаетъ называть ихъ въ зависимости отъ тѣхъ видимыхъ измѣненій въ уровне моря, которыхъ въ данной мѣстности наблюдаются. Такъ поднятія онъ называетъ отрицательнымъ измѣненіемъ уровня моря или отрицательнымъ движеніемъ береговой линіи, тогда какъ опусканія—положительными измѣненіями уровня моря, или положительными движеніями береговой линіи. Впрочемъ, такое воззрѣніе на поднятія и опусканія еще можетъ быть оспариваемо; есть весьма вѣсکія возраженія, о которыхъ будетъ сказано далѣе и которыхъ въ то же время заставляютъ и большую часть вѣковыхъ колебаній считать за явленія вулканическія.

Поднятіе Скандинавіи.— Впервые на это явленіе обратилъ вниманіе знаменитый шведскій учёный Цельзій. Онъ еще въ концѣ прошлаго столѣтія высказалъ мысль, что уровень Балтійского моря постоянно понижается, и даже опредѣлилъ величину этого пониженія въ 1,27 метра впродолженіе столѣтія. Въ доказательство своего предположенія Цельзій приводить то, что утёсы побережья Швеціи, прежде находившіеся подъ водою, мало-по-малу изъ-подъ нея выставляются, что на плоскихъ берегахъ море постепенно отступаетъ, что прежнія гавани находятся нынѣ на сушѣ, и что всѣ рыбаки и мореходы замѣчаютъ значительныя измѣненія въ очертаніи береговъ и глубинъ Балтійского моря. Такое пониженіе уровня моря началось, по мнѣнію Цельзія, очень давно. Въ самомъ дѣлѣ, карта Европы, начертанная Плиніемъ (23—79 г. по Р. Х.), изображаетъ современный Скандинавскій полуостровъ въ видѣ острова; соединеніе этого послѣдняго съ материкомъ Европы совершилось, по мнѣнію Цельзія, лишь въ XI столѣтіи.

Взгляды Цельзія наплыли себѣ между учеными какъ сторонниковъ, такъ и противниковъ. Изъ послѣднихъ болѣе энергичнымъ былъ Броваллій, утверждавшій, что уровень Балтійского моря не только не понижается, а скорѣе повышается. Вотъ нѣкоторые изъ фактовъ, приводимыхъ этимъ ученымъ въ защиту только что указанного предполо-

женія. Во-первыхъ, песчаный островъ Затгольмъ, лежащий противъ Копенгагена, впродолженіе почти шести столѣтій (съ 1280 г.) не увеличился въ объемѣ и остался низкою, заливаемою при вѣтрѣ, отмелю; во-вторыхъ, торфяники южной Швеціи частью уже затоплены моремъ. Хотя эти факты и доказываютъ несомнѣнно, что въ указанныхъ мѣстностяхъ пониженія уровня почти не происходитъ, но они тѣмъ не менѣе ничуть не могутъ служить опроверженіемъ взглядовъ Цельзія, такъ какъ наблюденія этого послѣдняго относятся къ лежащему съ-вернѣ г. Стокгольма побережью Балтійского моря, а Броваллій обь этой мѣстности ничего не говоритъ.

Въ 1802 г. Плейферъ первый высказалъ мысль, что измѣненія въ положеніи морскаго уровня зависятъ скорѣе отъ поднятія самой земли, нежели отъ пониженія моря, какъ это утверждалъ Цельзій; потому что въ послѣднемъ случаѣ явленіе должно было бы равномѣрно отразиться на пространствѣ цѣлаго океана и обозначиться на всемъ протяженіи его береговъ, чего на самомъ дѣлѣ не замѣчается.

Эти, безспорно, интересныя геологическія явленія въ скромъ времени обратили на себя вниманіе почти всего ученаго міра. Изслѣдованиемъ ихъ занялись такие ученые, какъ Леопольдъ фонъ-Бухъ и нѣсколько позже Чарльзъ Лайэлл; для этой же цѣли шведскимъ правительствомъ была снаряжена экспедиція къ берегамъ Балтійского моря. Всѣ эти изслѣдованія, какъ по важности затронутыхъ ими вопросовъ, такъ и по своимъ результатамъ, заслуживаютъ болѣе подробнаго разсмотрѣнія.

Въ 1807 году Леопольдъ фонъ-Бухъ предпринялъ путешествіе къ лежащимъ на сѣверѣ отъ Стокгольма берегамъ Швеціи, представляющимъ большія удобства для изслѣдованій, какъ потому, что составляющія ихъ горныя породы, въ силу преобладанія гранита и гнейса, являются твердыми и компактными, такъ и потому, что море рядомъ шкерь защищено отъ неблагопріятныхъ для его тишины условій. Изслѣдованія Леопольда фонъ-Буха, заключавшіяся, главнымъ образомъ, въ наблюденіяхъ надъ измѣненіями очертанія береговъ и глубины Балтійскаго моря въ указанной мѣстности, привели его къ убѣждению, что все побережье отъ Фридрихсгалля до Або, а можетъ быть, какъ говорить Бухъ, и до Петербурга, съ давнихъ поръ и до настоящаго времени поднимается тихо и незамѣтно, причемъ величина этого поднятія не вездѣ одинакова и увеличивается съ юга на сѣверъ. Кроме производства этихъ изслѣдованій, Леопольдъ фонъ-Бухъ занялся также нанесениемъ на выдающихся скалахъ посѣщенного имъ побережья особыхъ знаковъ, показывающихъ положеніе уровня моря во время его путешествія.

Снаряженная въ 1820 и 1821 годахъ шведскимъ правительствомъ экспедиція нашла эти знаки уже нѣсколько выдвинутыми изъ-подъ воды и новыми мѣтками обозначила положеніе уровня моря во время ея изслѣдованій. Эта экспедиція собрала вообще массу фактовъ, несомнѣнно

доказывающихъ справедливость мнѣній Цельзія, Плейфера и Леопольда фонъ-Буха.

Въ 1834 году знаменитый англійскій геологъ Чарльзъ Лайэлль предпринялъ путешествіе въ Швецію съ цѣлью подробнаго изученія всѣхъ фактovъ, относящихся къ столь интересному явленію. Лайэлль не ограничился одними наблюденіями надъ измѣненіями очертанія береговъ и глубины Балтійскаго моря; онъ занялся также изслѣдованіемъ осадковъ шведскаго побережья. Окрестности Стокгольма представили ему много убѣдительнѣйшихъ доказательствъ значительного измѣненія, которое произошло въ относительномъ положеніи воды и суши. Такъ, къ сѣверо-западу отъ этого города, на высотѣ 9 метровъ надъ уровнемъ моря, лежитъ пластъ сѣрой глины, содержащей въ себѣ много такихъ видовъ раковинъ, которые и нынѣ живутъ въ Балтійскомъ морѣ (*Mitilus edulis*, *Cardium edule*, *Tellina baltica*, *Littorina littorea*), а въ разстояніи 21 километра къ югу отъ Стокгольма Лайэлль нашелъ, кроме этихъ раковинъ, еще *Neritina fluviatilis* въ торфяной почвѣ, лежащей на высотѣ 21 метра надъ уровнемъ моря. Подобные же осадки были найдены имъ близъ Упсалы и въ другихъ мѣстахъ на болѣе или менѣе значительной высотѣ, иногда достигавшей 30 метровъ надъ уровнемъ моря. Всѣ добытые Лайэллемъ факты послужили новымъ подтвержденіемъ мнѣній Плейфера и Леопольда фонъ-Буха, а главное, дали возможность измѣрить величину происходящаго въ Швеціи поднятія. Лайэлль принимаетъ ее равную отъ 0,9 до 1,2 метровъ въ столѣтіе, причемъ, однако, признаетъ, вмѣстѣ съ Леопольдомъ фонъ-Бухомъ, ея увеличеніе съ юга на сѣверъ; такъ, у Нордкапа она равна уже приблизительно 1,2 метрамъ въ теченіе столѣтія. Изъ другихъ изслѣдователей Скандинавскаго полуострова надо указать на Бронѣяра, впервые обратившаго вниманіе на то, что поднятіе этого полуострова началось уже послѣ образованія Балтійскаго моря. Въ доказательство справедливости этого мнѣнія Бронѣяръ приводитъ результаты своихъ палеонтологическихъ изслѣдований новѣйшихъ береговыхъ осадковъ Швеціи и Норвегіи. Эти изслѣдованія показали, что въ пластахъ послѣдней по-гребены раковины очень крупныя и принадлежащиа несомнѣнно открытому океану, а въ пластахъ Швеціи моллюски болѣе мелки и принадлежать Балтійскому морю, большая прѣность водъ котораго обуславливается подобное измѣльчаніе организмовъ.

Новѣйшія изслѣдованія Голмстрема надъ береговыми мѣстностями Швеціи вполнѣ подтверждаютъ существованіе поднятія. Онъ наблюдалъ въ 17 пунктахъ прежде нанесенные знаки и представилъ графически происшедшія измѣненія, которая доказываютъ, что поднятія идутъ неравномѣрно въ различныхъ мѣстахъ Швеціи. Изъ его наблюдений можно усмотрѣть, что на Скандинавскомъ полуостровѣ почти всюду наблюдается поднятие берега, но яснѣе всего оно выражается по берегамъ Ботническаго залива. Хотя авторъ и пытается объяснить это поднятие стокомъ водъ Балтійскаго моря въ Нѣмецкое, но съ этимъ никакимъ

образомъ нельзя примирить какъ наблюдалася неравномерность поднятія береговъ Швеціи, такъ и доказанное поднятіе побережья Норвегіи.

Поднятіе русскаго побережья Балтійскаго моря. — На основаніи всего вышеизложеннаго, можно положительно утверждать, что побережье Швеціи съ давнихъ поръ и по настоящее время постепенно и медленно поднимается. Впрочемъ, не одинъ только шведскій берегъ Балтійскаго моря претерпѣваетъ подобное поднятіе: оно замѣчается также и на принадлежащемъ Россіи побережью этого моря, какъ показали изслѣдованія Рейнеке и Козакевича. Ихъ экспедиціи было поручено изслѣдовать измѣненія нашего Балтійскаго побережья, нанести на немъ знаки и измѣрять величину поднятія въ различныхъ участкахъ; въ то же время въ Кронштадтѣ и Петербургскомъ адмиралтействѣ производились наблюденія надъ измѣненіемъ уровня воды по фундаменту. Всѣ эти изслѣдованія показали, что и наше побережье Балтійскаго моря претерпѣваетъ подобное же поднятіе, и что величина этого поднятія не вездѣ одинакова: такъ у Свеаборга она равна 1,4 метра, у Ревеля 0,4 м., а у С.-Петербурга 0,3 м. въ столѣтіе. Кроме того, относящіяся еще къ 1828 году изслѣдованія береговыхъ осадковъ Остзейскаго края и позднѣйшія изслѣдованія въ Финляндіи показали, что въ пластахъ, находящихся на болѣе или менѣе значительной высотѣ, погребены многіе и нынѣ еще встрѣчающіеся въ Балтійскомъ морѣ виды раковинъ и что, слѣдовательно, здѣсь также наблюдается явленіе поднятія. То же самое доказано теперь и для острововъ Гохланда и Эзеля.

Итакъ, принимая во вниманіе какъ результаты всѣхъ вышеизложенныхъ изслѣдованій побережій Балтійскаго моря съ одной стороны, такъ и отсутствіе на этихъ побережьяхъ всякой вулканической дѣятельности съ другой стороны, — необходимо прийти къ заключенію, что эти побережья претерпѣваютъ медленное, такъ называемое вѣковое, поднятіе, распространяющееся, какъ сейчасъ увидимъ, и далѣе на востокъ по сѣвернымъ частямъ Европы и Азіи.

Поднятіе сѣвера Россіи. — Еще въ сороковыхъ годахъ настоящаго столѣтія графъ Кейзерлингъ указалъ, что въ пластахъ долины нижняго теченія р. Печоры погребены нѣкоторые и нынѣ еще встрѣчающіеся въ Сѣверномъ Ледовитомъ океанѣ виды раковинъ; подобныя же указанія имѣются и относительно Новой Земли, на которой Гофферъ нашелъ подобные пласты на высотѣ 90 метровъ надъ уровнемъ моря. Изслѣдованія Мурчисона и нѣсколько позднѣе Барботть-де-Марни по р. Сѣв. Двинѣ показали, что на разстояніи 200 (Мурчисонъ) и даже 400 километровъ (Барботть де-Марни) отъ ея устья новѣйшіе осадки заключаются въ себѣ раковины Бѣлаго моря. Подобныя же изслѣдованія были прозведены другими геологами въ сѣверной Сибири (преимущественно по Енисею и Ленѣ) и обнаружили присутствіе въ береговыхъ пластахъ океаническихъ раковинъ. Всѣ вышеприведенные палеонтологическія изслѣдованія несомнѣнно доказываютъ, что вся сѣверная Европа и Сибирь въ болѣе или менѣе недалекомъ прошломъ были покрыты водою и потому мало-по-малу изъ-подъ нея выдвинулись. Здѣсь кстати будетъ

замѣтить, что вообще подобныя палеонтологическія изслѣдованія, на важное значеніе которыхъ указывалъ еще Леопольдъ фонъ-Бухъ, могутъ доставить наиболѣе строгія доказательства существованія поднятія въ данной мѣстности. Вышеуказанныя наблюденія, хотя и доказываютъ нѣкогда происходившее поднятіе, но никоимъ образомъ однако не могутъ служить доказательствомъ, что поднятіе продолжается и до сихъ поръ.

Новыя изслѣдованія обнаружили явленіе поднятія береговъ и острововъ Бѣлаго моря. Эти изслѣдованія показали, что многія селенія, основанныя, какъ известно, новгородцами послѣ погрома Новгорода двумя Ioannами, на самомъ берегу Бѣлаго моря, нынѣ уже удалены отъ этого послѣдняго на 5—6 и болѣе километровъ и что лишь тѣ изъ нихъ сохранили до нынѣ свое приморское положеніе, которыя были построены на крутыхъ и высокихъ берегахъ. Отсюда можно видѣть, что берегъ Бѣлаго моря впродолженіе почти четырехъ столѣтій получилъ значительный приростъ, обусловленный, безспорно, процессомъ поднятія. Къ сожалѣнію, существуетъ слишкомъ мало историческихъ данныхъ относительно времени и мѣста постройки этихъ селеній; но уже самый характеръ прилегающей къ нимъ мѣстности, въ которой даже ячмень не можетъ быть воздѣлываемъ, долженъ быть сдѣлать рыбную ловлю и охоту на морскаго звѣря главными занятіями жителей, а, слѣдовательно, обусловливать основаніе селеній у самаго берега.

Болѣе обстоятельный историческія данныя имѣются относительно Соловецкихъ острововъ, благодаря тому, что монахи, расположенного на этихъ островахъ, знаменитаго Соловецкаго монастыря, съ самого его основанія въ 1429 г. и до нынѣ, ведутъ монастырскія лѣтописи, занося въ нихъ все, что касается монастыря. Многія, по свидѣтельству этихъ лѣтописей, прежде прекрасныя гавани нынѣ уже обмелѣли. Такая участъ постигла, напр., гавань Св. Филиппа, изъ которой еще въ 1652 году были вывезены на большихъ корабляхъ мощи Св. Филиппа и которая нынѣ для такихъ судовъ недоступна. Пристань на Заяцкихъ островахъ (въ 1550 г.), где при Ioаннѣ IV останавливались иностранныя суда, настолько обмелѣла, что нынѣ въ ней едва можетъ проѣхать лодка. Проливъ между Соловецкимъ и Анзерскимъ островами требуетъ постоянныхъ прибавокъ къ пристанямъ Соловецкаго и Анзерскаго острововъ и служитъ также нагляднымъ доказательствомъ поднятія побережья (а не усыханія моря, какъ думаютъ соловецкіе монахи, объясняя этотъ фактъ, какъ и Цельзій относительно Швеціи). Еще лучше можно видѣть выступаніе берега изъ-подъ уровня моря на гранитной набережной Соловецкаго острова, построенной въ 1743 году, какъ для предохраненія береговъ отъ размыванія, такъ и для болѣе удобнаго доступа къ нимъ судовъ. Эта набережная во время отлива мѣстами стоитъ нынѣ на сушѣ, обнажая характерныя мѣтки, происходящія отъ того, что гранитъ на воздухѣ легко выѣтривается, такъ какъ углекислота, содержащаяся въ атмосферѣ, легко разрушаетъ одну изъ его составныхъ частей—полевой шпатъ, въ водѣ же выѣтривание происходитъ медленно по ничтожности содержанія въ ней углекислоты. Эти мѣтки особенно

важны по двумъ причинамъ: во-первыхъ, онѣ указываютъ, что поднятіе Соловецкаго берега не только прежде происходило, но и нынѣ происходитъ; во-вторыхъ, онѣ даютъ возможность измѣрить величину этого поднятія, равную, какъ оказалось, 1,2' метра въ теченіе столѣтія.

Также несомнѣнно доказано и вѣковое поднятіе Кольского полуострова. Характернымъ доказательствомъ поднятія служитъ ракообразное животное *Balanus*. Раковина *Balanus* (какъ известно известковая) имѣеть видъ усѣченного конуса, прикрыт资料ного тупымъ широкимъ основаниемъ къ гранитнымъ берегамъ. По мѣрѣ поднятія берега *Balanus* попадалъ на воздухъ и, будучи животнымъ воднымъ, умиралъ — оставляя свою раковину. Находимые выше уровня моря конусы этихъ раковъ указываютъ на происходящее здѣсь поднятіе.

Если подвести итоги всему сказанному, то можно видѣть, что поднятіе имѣло мѣсто для слѣдующихъ мѣстностей: Скандинавскаго и Кольского полуострововъ, Остзейскаго края и Финляндіи, береговъ Бѣлого моря, Новой Земли и Соловецкихъ острововъ, долинъ нижнаго теченія рѣкъ Сѣверной Двины, Печоры, Енисея и Лены. Кроме того, было указано, что на берегахъ Балтійскаго моря и на Соловецкихъ островахъ поднятіе это и до-нынѣ замѣчается. На всемъ этомъ огромномъ пространствѣ вулканической дѣятельности въ настоящее время не обнаруживается. Эти три обстоятельства необходимо привести къ заключенію, что громадный участокъ суши отъ Скандинавіи и до западныхъ береговъ Гренландіи включительно съ давнихъ поръ и до настоящаго времени претерпѣваетъ медленное и постепенное, такъ называемое вѣковое, поднятіе, обусловленное одной и той же причиной.

Опусканія. — Область вѣковыхъ поднятій, какъ указано выше, захватываетъ большія пространства суши. Является вопросъ, нѣтъ ли фактовъ, свидѣтельствующихъ въ пользу обратнаго явленія, т.-е. опусканія суши?

Такіе факты есть и наглядный примѣръ въ этомъ отношеніи представлять мѣстность, лежащая къ юго-западу отъ Стокгольма (*Södertelje*) на разстояніи 420 километровъ отъ послѣдняго, гдѣ, во время прорытія канала, въ пластиахъ, лежащихъ метровъ на 27 надъ уровнемъ моря и содержащихъ нынѣ живущіе виды раковинъ, были найдены лодка, якорь и желѣзные гвозди, а еще ниже подъ слоемъ глины, на глубинѣ 18 метровъ отъ поверхности была открыта рыбачья хижина, покрытая сверху осадками морского происхожденія. Примѣръ этотъ, аналогичный съ развалинами Сераписова храма близъ Пуццуоли, несомнѣнно доказываетъ, что здѣсь сначала была суши, на которой была выстроена хижина, а потомъ море залило ее въ силу опусканія, пока подземная сила снова не выдвинула покрытое морскими осадками дно надъ уровнемъ моря. Другимъ примѣромъ могутъ служить тѣ торфяники (къ югу отъ Стокгольма), на основаніи которыхъ Броваллій старался опровергнуть Цельзія, объяснявшаго поднятіе береговъ Швеціи „усыханіемъ моря“. Нужно допустить, что торфяники — эти вполнѣ наземныя образованія, мало-помалу опускались и такимъ образомъ заливались водою. Фактъ опусканія

быть подтвержденъ прямыми измѣреніями. Линней, контролируя Цельзія, выбралъ одну мѣстность (къ югу отъ Стокгольма); измѣрилъ мѣсто между берегомъ и отстоящимъ отъ него на нѣкоторомъ разстояніи камнемъ; потомъ, чрезъ извѣстные промежутки времени, разстояніе это снова было измѣрено, причемъ оказалось, что оно увеличилось. Нильсонъ, провѣряя эти наблюденія, нашелъ то же самое. Побережье Гасконского залива, какъ свидѣтельствуетъ постоянное его подмываніе береговою волною, также подвергается опусканію. То же самое наблюдалось по всему южному побережью Сѣверного (Нѣмецкаго) моря. По берегамъ Голландіи, у Энквицена опусканіе идетъ на 1,2 метра въ столѣтіе. Зданіе, построенное при Калигулѣ, уже въ 860 году погрузилось въ море и его развалины были найдены въ разстояніи 4,700 метровъ отъ берега. Вполнѣ сходныя явленія наблюдаются по берегамъ Даніи, Шлезвига и Гольштиніи, а равно и на южномъ и юго-восточномъ берегу Балтійскаго моря. По свидѣтельству Берендана, Куришъ-Нерунгъ послѣ окончанія ледниковаго периода испыталъ двукратное поднятіе и опусканіе. Подобныхъ фактовъ опусканія суши много. Въ видѣ примѣра можно привести еще наблюденіе надъ тождественнымъ явленіемъ вдоль юго-западнаго берега Гренландіи. Все побережье, начиная отъ форта Игалико, по направлению отъ сѣвера къ югу, на протяженіи по крайней мѣрѣ 4,200 километровъ, подвержено медленному, т.-е. вѣковому, опусканію. Это явленіе выражается затопленіемъ береговыхъ построекъ, находеніемъ свай съ вбитыми въ нихъ кольцами для прикрепленія судовъ и лодокъ подъ уровнемъ моря, куда всѣ эти предметы, а равно и залитыя водою строенія попали благодаря опусканію берега. То же самое наблюдалось не только на суши, но и на днѣ морей и океановъ. Дно Тихаго океана на громадномъ пространствѣ находится въ состояніи медленнаго опусканія. Въ Индійскомъ океанѣ замѣчается правильное чередованіе послѣ поднятія и опусканія.

Явленія опусканія дна океановъ находятъ себѣ подтвержденіе въ наблюдалемой формѣ коралловыхъ острововъ, способѣ ихъ образованія и свойствѣ самихъ полиповъ, которые могутъ жить только на извѣстной глубинѣ; между тѣмъ постройки этихъ животныхъ встречаются какъ гораздо ниже, такъ и выше той черты, на которой могутъ существовать самыя животныя. Объ этомъ впослѣдствіи будетъ сказано подробнѣе.

Причины вулканическихъ явленій.

Едва ли какая-либо другая область геологии можетъ представить такое обилие разнообразныхъ гипотезъ—какъ объясненіе причинъ вулканическихъ явлений. Можно, не ошибаясь, сказать, что самыя разнообразныя попытки химического, физического, механическаго и астрономического основанія предлагались для объясненія какъ происхожденія самихъ вулкановъ, такъ и всего разнообразія ихъ дѣятельности. Большинство такихъ гипотезъ можетъ быть прямо отнесено къ односторон-

нимъ, спекулятивнымъ попыткамъ человѣческаго ума,—попыткамъ иногда очень блестящимъ, но оставляющимъ послѣ себя крайне мало для выясненія вопроса. Игнорировать эти попытки не слѣдуетъ, но, знакомясь съ ними, нельзя руководствоваться только ими однѣми въ столь сложномъ вопросѣ, вотъ почему считаемъ полезнымъ, хотя въ общихъ чертахъ, изложить здѣсь ихъ первоначально, оставляя за собою право, въ дальнѣйшемъ изложеніи, представить и то воззрѣніе, которое можетъ считаться въ настоящее время наиболѣе принятymъ и имѣющимъ за себя наибольшее количество фактовъ.

Химическая гипотеза. — Извѣстный химикъ Гумфри Деви, открывшій щелочи, пораженный тою энергией, съ которой происходит реакція окисленія щелочей водою, предложилъ именно эту реакцію для объясненія вулканическихъ явлений.

По мнѣнію Деви, центральная масса земли состоитъ изъ неокисленныхъ щелочей и щелочныхъ земель. Эти металлы, отъ соприкоснovenія съ проникающей сверху водою, будутъ окисляться. Окисленіе должно вызвать отдѣленіе огромнаго количества тепла, котораго будетъ совершенно достаточно для расплавленія самыхъ тугоплавкихъ горныхъ породъ, а равно и для всѣхъ тѣхъ явлений, которыхъ сопровождаются изверженіе вулкановъ. Въ пользу этой гипотезы выставляли то тѣсное соотношеніе географическаго распределенія вулкановъ съ моремъ, которое наблюдаютъ въ настоящее время. Принятие этой гипотезы обязательно требуетъ, чтобы при вулканической дѣятельности изъ вулкановъ отдѣлялся водородъ. Какъ бы въ подтвержденіе этого Абихъ указываетъ на одно изъ изверженій Везувія (1834 года), при которомъ ему удалось видѣть пламя горящаго водорода. Вообще же для объясненія того, почему рѣдко было наблюдано пламя горящаго водорода при изверженіяхъ вулкановъ, выставляли опыты Гей-Люссака, по которымъ водородъ въ смѣси съ хлористо-водородною кислотою не воспламеняется, а такъ какъ присутствіе этой послѣдней въ продуктахъ изверженія уже было извѣстно ранѣе, то говорили, что по этой причинѣ и не наблюдаютъ пламени горящаго водорода. Изслѣдованія Бунзена, а позднѣе Фукэ и другихъ, какъ о томъ было сказано выше, обнаружили присутствіе въ газообразныхъ вулканическихъ продуктахъ и водорода. Эти наблюденія какъ бы подтверждали гипотезу Деви, однако же Бунзенъ выдѣленіе водорода не приписываетъ разложенію воды на счетъ окисленія металловъ щелочей. По его мнѣнію, температура, которая должна бы развиться при этомъ процессѣ, настолько высока, что углекислота въ присутствіи водорода должна бы раскислиться въ окись углерода. Между тѣмъ, по тщательнымъ изслѣдованіямъ Бунзена, въ вулканическихъ газахъ удалось найти значительные запасы углекислоты, а окиси углерода не встрѣчено даже и слѣдовъ.

Не менѣе вѣсокое возраженіе было сдѣлано въ свое время Бишопомъ. По вычисленію астрономовъ удѣльный вѣсъ земли равенъ 5,5, т.-е. больше, чѣмъ удѣльный вѣсъ поверхностныхъ горныхъ породъ, который колеблется между 2,5 и 3. Допуская внутри земли въ большомъ коли-

чествъ щелочи и щелочные земли, имѣющія, какъ извѣстно, ничтожный удѣльный вѣсъ, этимъ еще болѣе понижаемъ удѣльный вѣсъ земли. Напротивъ, чтобы довести удѣльный вѣсъ земли до 5,5, вычисленныхъ астрономами, необходимо допустить, что внутреннее ея содержимое имѣть болѣшій удѣльный вѣсъ, чѣмъ горныя породы, находящіяся на ея поверхности. Только однимъ этимъ допущеніемъ возможно произвести то уравниваніе, которое необходимо, чтобы удовлетворить неподлежащимъ сомнѣнію вычисленіямъ.

Механическія гипотезы.—Другая группа ученыхъ ищетъ объясненія вулканическихъ явлений въ процессахъ механическихъ. Представители этой группы доказываютъ, что не нужно прибѣгать ни къ химическимъ реакціямъ, ни къ внутреннему огненно-жидкому ядру нашей планеты для объясненія вулканизма. Изъ этихъ гипотезъ можно указать гипотезы Мора и Маллета, послѣдняя пользуется и до сихъ поръ авторитетомъ у нѣкоторыхъ англичанъ. Моръ для объясненія вулканическихъ явлений прибѣгаєтъ къ закону вѣчности силъ, дѣйствующихъ въ природѣ. Такой запасъ силъ, между прочимъ, Моръ видѣтъ въ давленіи, которое обнаруживаются породы вышележащія на породы нижележащія и въ явлении проваловъ; и то, и другое, по его мнѣнію, должно вызвать развитіе достаточного количества тепла. Если 440 грам. земли будутъ падать съ высоты одного метра, то количество развиваемаго ими тепла, при встрѣчѣ препятствія, будетъ достаточно для нагреванія одного грамма воды на одинъ градусъ Ц. Допуская болѣе или менѣе значительные провалы, Моръ полагаетъ, что можно вызвать ими настолько значительное количество тепла, что оно будетъ вполнѣ достаточно для плавленія горныхъ породъ, ибо онъ думаетъ, что для плавленія базальта достаточно 1000° Ц. Сдѣлавъ такое допущеніе, авторъ разсматриваетъ тотъ механизмъ, который управляетъ доставкою на дневную поверхность расплавленныхъ массъ въ силу выдавливанія ихъ опускающимися сверху слоями. Вообще, по этой гипотезѣ нужно допустить громадные опусканія и провалы, чтобы объяснить ту высокую температуру, которая обнаруживается при дѣятельности вулкановъ.

Провалы обнаруживаются на поверхности земли воронкообразными углубленіями, а такіе грандіозные провалы или опусканія значительныхъ участковъ земли, которые должны быть допускаемы по гипотезѣ Мора, очевидно, не могли бы скрыться отъ изслѣдователей вулкановъ. Въ дѣйствительности ничего подобнаго не находятъ ни въ одной изъ вулканическихъ областей, а эти послѣднія должны были бы ими изобиловать. Было вычислено, что потокъ лавы, имѣющей размѣры одного изъ громадныхъ потоковъ Скаптартъ-Гокуль (Исландія), разъ вышедши на дневную поверхность, долженъ быть обусловить провалъ, площадь котораго должна бы равняться 110 квад. километрамъ, а глубина 100 метрамъ. Съ другой стороны, еще болѣе существеннымъ возраженіемъ противъ этой гипотезы служитъ постоянное напряженіе вулканической дѣятельности въ извѣстныхъ областяхъ земного шара. Извѣстны мѣстности, напр., Сицилійскій вулканіческій округъ, въ которыхъ вулка-

ническія явленія проявляются на земной поверхности со временъ, такъ называемаго, третичнаго періода и продолжаются до сихъ поръ. Этю гипотезою рѣшительно нельзя объяснить постоянное напряженіе какъ цѣлой вулканической области, такъ и одного вулкана, а равно и всѣхъ сторонъ разнообразной его дѣятельности.

Гипотеза Маллета также чисто механическая. Онъ допускаеть, что земной шаръ состоить изъ ядра, которое охлаждаясь сжимается. Окружающая его оболочка будеть въ силу этого постоянно осѣдать и уменьшаться въ объемѣ. Такое чисто механическое напряженіе и есть единственная причина внутренняго жара. Маллеть полагаетъ, что при этомъ должно обнаружиться страшное треніе въ горныхъ породахъ, результатомъ котораго будетъ повышеніе температуры и плавленіе ихъ. По такому толкованію лава вулкановъ представляеть продуктъ плавленія твердыхъ горныхъ породъ земного шара и выдѣлена по трещинамъ земли на дневную поверхность. Противъ гипотезы Маллета можно выставить важное возраженіе, заключающееся въ томъ, что если сжатіе твердой земной поверхности обусловливаетъ такое сильное развитіе тепла, которое наблюдаются при вулканическихъ явленіяхъ, то спрашивается, почему эти послѣднія обнаруживаются только мѣстами, а не по всей земной поверхности? Общимъ сжатіемъ земного шара вызывается повсемѣстное треніе въ горныхъ породахъ, а слѣдовательно вулканическая дѣятельность на всей земной поверхности, чего въ дѣйствительности не наблюдается. Если на время и согласиться съ Маллетомъ, что причина плавленія заключается въ треніи горныхъ породъ, а это послѣднее обусловлено сжатіемъ, то результатъ изливаній на дневную поверхность расплавленныхъ массъ долженъ вызвать образование внутри земли полостей, а эти послѣднія обусловить значительные опусканія и провалы. Уже выше было указано, въ какой грандіозной формѣ должны бы явиться провалы, если принять во вниманіе размѣры нѣкоторыхъ лавовыхъ потоковъ. Кромѣ того, сжатіе земного сфероида могло бы быть обнаружено астрономическими наблюденіями. Въ самомъ дѣлѣ, если допустить, что сжатіе земли происходитъ по нормалямъ къ поверхности сфероида, что наиболѣе вѣроятно, то географическія широты всѣхъ точекъ въ сѣверномъ и южномъ полушаріи должны уменьшаться, такъ какъ всѣ точки приблизятся къ экватору. Хотя дѣйствительно замѣчено уменьшеніе географическихъ широтъ на нѣкоторыхъ европейскихъ обсерваторіяхъ, но, по незначительности этого уменьшенія и по отсутствію подобныхъ данныхъ въ обсерваторіяхъ Сѣверной Америки и южнаго полушарія, явленіе это еще нельзя считать доказаннымъ.

ХИМИКО-МЕХАНИЧЕСКАЯ ГИПОТЕЗА.—Наконецъ, нѣкоторые ученые объясняютъ вулканическія явленія какъ причинами механическими, такъ и химическими. Фольгеръ объясняетъ внутреннюю теплоту земли совокупнымъ дѣйствиемъ слѣдующихъ причинъ: 1) давленіемъ вышележащихъ слоевъ на нижележащіе; 2) треніемъ просачивающейся воды и 3) химическими реакціями, ибо вода содержитъ въ растворѣ газы.

Первую изъ этихъ причинъ, по показаніямъ Пфаффа, надо счи-

тать недостаточною, потому что известно изъ опытовъ надъ сжимаемостью горныхъ породъ, что температура на глубинѣ 800 метровъ отъ одной вышеуказанной причины повысилась бы всего на $1/113^{\circ}$ сравнительно съ температурою поверхности. Повышение температуры отъ просачивающейся воды будетъ еще болѣе ничтожно. Наконецъ, остается еще одинъ агентъ — это кислородъ, растворенный въ водѣ и могущій, по мнѣнію Фольгера, процессомъ окисленія, вызвать повышеніе температуры. Извѣстно, что количество кислорода, растворенного въ водѣ, циркулирующей въ горныхъ породахъ, незначительно; по допустимъ даже, что его столько, сколько можетъ раствориться въ водѣ до полнаго насыщенія, то и при такомъ допущеніи весь его запасъ, вѣроятно, потратится на окисленіе толщи земли на первой тысячѣ метровъ, и можно быть вполнѣ увѣреннымъ, что отъ этой причины повышеніе температуры не достигнетъ и одного градуса.

Разсмотрѣнныя гипотезы относятся крайне односторонне къ причинамъ вулканическихъ явлений; большинство ставить эти явленія въ зависимость только отъ современного состоянія нашей планеты, какъ бы игнорируя то, что вулканическія явленія проявлялись на земной поверхности съ глубокой древности во всѣ геологическія эпохи и что даже въ самыхъ первыхъ фазахъ существованія вулканическія явленія были присущи земному шару. Это послѣднее обстоятельство заставляетъ многихъ ученыхъ отыскивать причины вулканизма въ самомъ способѣ образованія земли и ставить эти причины, какъ дальнѣйшее развитіе гипотезы ея образования.

ГИПОТЕЗА КАНТА-ЛАПЛАСА.

По мнѣнію, первоначально высказанному Кантомъ и позднѣе подробнѣ разработаному Лапласомъ, нѣкогда солнце и планеты не существовали отдельно, но всѣ небесныя тѣла представляли одну массу. Температура этой массы много превосходила температуру современного солнца. Плотность этого первоначального тѣла была ничтожна, а объемъ очень великъ, такъ что диаметръ его долженъ былъ представлять размѣры не менѣе диаметра солнечной системы. Это родоначальное, маточное міровое тѣло постепенно охлаждалось, а вслѣдствіе этого уплотнялось и уменьшалось въ объемѣ; въ это же именно время должно было въ немъ начаться вращательное движеніе вокругъ оси. Вслѣдствіе вращательного движенія, на экваторѣ первоначальнаго тѣла, подъ влияніемъ центробѣжной силы, отрывались массы вещества, которыя сперва образовали вокругъ него такія же кольца, какія мы видимъ около Сатурна, а затѣмъ распались на куски, которые приняли шарообразную форму. Подобное отданіе пынѣшихъ планетъ отъ родоначальнаго тѣла, по мнѣнію Лапласа, подтверждается тѣмъ, что орбиты всѣхъ планетъ почти совпадаютъ между собою и съ экваторомъ солнца, а также опытомъ Плато надъ вращающеюся каплей жидкости, изъятой отъ дѣйствія силы тяжести.

Такая капля имѣть шарообразную форму, при вращеніи она сплющивается по оси, затѣмъ на ея экваторѣ отдѣляется кольцо, которое при дальнѣйшемъ вращеніи распадается на отдельныя капли. Происхожденіе планетъ тѣмъ способомъ, какъ описываетъ его Лапласъ, подтверждается существованіемъ кольца около Сатурна. По тѣмъ же законамъ планеты въ свою очередь образовали спутниковъ. Температура планетъ должна была понижаться еще быстрѣе, чѣмъ температура того центральнаго тѣла, изъ которого онѣ произошли, потому что масса планетъ сравнительно незначительна, а астрономы опредѣляютъ температуру мірового пространства отъ 50 до 100° Ц. При извѣстной степени охлажденія, элементы начали сгущаться: наименѣе летучие раньше, наиболѣе летучие позже, и превращаться въ жидкости. Такимъ способомъ и земля, какъ міровое тѣло, должна была находиться въ парообразномъ и жидкомъ состояніи, прежде чѣмъ отвердѣть, по крайней мѣрѣ, съ поверхности. Это охлажденіе должно было продолжаться громадный промежутокъ времени, потому что вычисленія показываютъ, что если предположить охлажденіе поверхности земли съ 2000° до 200° Ц., то только для такой потери тепла необходимо не менѣе трехъ съ половиною миллионовъ вѣковъ. Предположеніе Лапласа подтверждается до нѣкоторой степени тѣмъ, что земля имѣть видъ сфероида, ось вращенія котораго короче діаметра экватора. Такое сжатіе опредѣляютъ равнымъ $\frac{1}{300}$ земного радиуса или 21 километру.

Съ однимъ только предположеніемъ этой гипотезы нельзя согласиться: она допускаетъ, что газы, составлявшіе массу, изъ которой впослѣдствіи образовалась наша планета, находились въ состояніи хаоса. Но газы и пары металловъ, обладающіе большою плотностью, должны были находиться ближе къ центру въ силу того, что газы въ смысахъ съ другими газами располагаются независимо другъ отъ друга, но въ зависимости отъ своей плотности. Поэтому, у центра должны были находиться пары тяжелыхъ рудныхъ металловъ, а на поверхности главнымъ образомъ только такие легкіе элементы, какъ водородъ, кислородъ, азотъ, щелочи и т. д.

Справедливость такого предположенія подтверждается вычисленіемъ, которое даетъ для земли средній удѣльный вѣсъ, равный 5,5, между тѣмъ какъ удѣльный вѣсъ горныхъ породъ колеблется между 2,5 — 3. Слѣдовательно, у центра, какъ о томъ уже было говорено выше, должны быть болѣе тяжелыя вещества, чтобы уничтожить недочетъ, а такими веществами являются опять рудные металлы и между ними преимущественно желѣзо, которое, судя по метеорнымъ камнямъ и по присутствію его въ неокисленномъ видѣ въ базальтахъ, пользуется большимъ распространеніемъ и, вѣроятно, составляетъ одну изъ главнѣйшихъ составныхъ частей внутренности земли.

Спектральный анализъ. — Гипотеза Канта-Лапласа въ послѣднее время нашла себѣ подтвержденіе въ спектральномъ изслѣдованіи свѣта небесныхъ тѣлъ. Труды Секки, Гюйгенса, Миллера, Фогеля, Бреди-

хина и другихъ, изучившихъ свѣтъ болѣе 600 міровыхъ тѣль, дали новые факты, подтверждающіе эту теорію.

Уже по самому цвѣту испускаемаго свѣта, можно раздѣлить небесныя тѣла на четыре группы: одни испускаютъ бѣлый цвѣтъ, другія золотисто-желтый, треты красный и, наконецъ, четвертны не испускаютъ собственного свѣта, а только отраженный. Цвѣта эти указываютъ на различную напряженность тепла: бѣлый цвѣтъ долженъ соответствовать наибольшему жару, красный наименьшему и т. д.

Кромѣ того, есть факты, указывающіе, что въ сравнительно короткіе періоды времени цвѣтъ нѣкоторыхъ звѣздъ измѣнился, переходя отъ бѣлого къ красному; следовательно, температура небесныхъ тѣль понижается. Такой примѣръ можно видѣть въ созвѣздіи въ Льва: въ 1780 г. цвѣтъ ея былъ бѣлый, затѣмъ, переходя черезъ золотисто-желтый, сталъ красноватымъ.

Изслѣдованіе спектровъ показало, что элементы, которые находятся на землѣ, есть и на другихъ небесныхъ тѣлахъ. Въ спектрѣ однихъ неподвижныхъ звѣздъ наблюдаются линіи, соответствующія наименѣе летучимъ элементамъ, на ряду съ линіями, соответствующими наиболѣе летучимъ элементамъ; въ спектрѣ другихъ находяться линіи, соответствующія только наиболѣе летучимъ элементамъ, какимъ является водородъ. Такимъ образомъ, здѣсь опять видно постепенное пониженіе температуры, потому что для приведенія желѣза въ парообразное состояніе необходима громадная температура, а съ пониженіемъ температуры оно должно перейти въ жидкое состояніе и линіи, ему соответствующія, исчезнутъ.

Наконецъ, известны нѣкоторыя небесныя тѣла, уже вполнѣ остывшія и не испускающія собственного, а дающія только отраженный свѣтъ; таковы планеты и между ними земля и луна, изъ которыхъ послѣдняя представляетъ картину почти полной смерти мірового тѣла.

Предполагаютъ, что и между неподвижными звѣздами есть такія, которыя не испускаютъ собственного свѣта. На это предположеніе наводить существованіе временныхъ звѣздъ, которыя по временамъ появляются, но свѣтятъ очень недолго и затѣмъ погасаютъ. Относительно временныхъ звѣздъ предполагаютъ, что они суть тѣла, уже настолько охладившіяся, что на нихъ образовалась твердая кора, не дающая свѣта. Эта кора по временамъ лопается, и тогда свѣтъ, испускаемый раскаленнымъ еще ядромъ, становится видимымъ, но чрезъ нѣкоторое время эта трещина снова покрывается корой, и звѣзда исчезаетъ. Существованіе темныхъ звѣздъ доказано и неправильными собственными движеніями звѣздъ, какъ, напр., Сиріуса, у которого и былъ открытъ темный спутникъ, Проціона и сложной звѣздной системѣ ζ Cancri; у послѣднихъ двухъ темные звѣзды еще не открыты. Несомнѣнно существуютъ также темные спутники у перемѣнныхъ звѣздъ типа Альголя, свѣтъ которыхъ меркнетъ на нѣкоторое время, когда между этими звѣздами и землею помѣщается темный спутникъ. На нѣкоторыхъ планетахъ, напр., на Марсѣ, охлажденіе дошло до того,

что на нихъ периодически замѣчается снѣгъ. По крайней мѣрѣ, присутствиемъ снѣга объясняютъ бѣловатый цвѣтъ, появляющейся периодически на полюсахъ вышепазванной планеты.

Такимъ образомъ можно видѣть, что въ міровомъ пространствѣ находятся тѣла, въ различныхъ степеняхъ охлажденія. Видно, что нѣкоторыя и теперь еще продолжаютъ охлаждаться. Поэтому естественно предположить, что и земля, какъ міровое тѣло, дошла до настоящаго своего состоянія путемъ постепенного охлажденія, которое продолжается еще и нынѣ.

Лапласу, впрочемъ, было известно одно явленіе, представляющее противорѣчіе его гипотезѣ; онъ смотрѣлъ на него, какъ на исключеніе,—это спутники Урана. Они, какъ известно, отличаются тѣмъ, что обращаются вокругъ Урана не въ плоскости эллиптики, въ которой приблизительно совершаются всѣ движения свѣтиль солнечной системы, а въ плоскости перпендикулярной къ эллиптику. Подобного рода движенія не можетъ быть при единопричинномъ образованіи всѣхъ свѣтиль одной и той же системы. Послѣ смерти Лапласа была открыта крайняя планета нашей солнечной системы—Нептунъ; у него также оказался одинъ спутникъ, представляющій явное противорѣчіе гипотезѣ Канта-Лапласа: движение этого спутника происходит въ направленіи прямо противоположномъ движению всѣхъ планетъ. Если спутники Урана могли быть рассматриваемы, какъ возможное и случайное исключеніе, то спутникъ Нептуна представляетъ явное противорѣчіе Канто-Лапласовой гипотезѣ въ ея общемъ видѣ, въ ея цѣломъ. Холь открылъ двухъ спутниковъ у Марса, изъ которыхъ одинъ, ближайший къ Марсу, обращается вокругъ него быстрѣ, чѣмъ самъ Марсъ вращается около своей оси. По гипотезѣ Канта-Лапласа подобного движенія быть не можетъ. Затѣмъ, позднѣйшая теоретическая изслѣдованія Максвеля и Гирна показали, что кольца Сатурна не могутъ служить доказательствомъ справедливости великой гипотезы міро-зданія; названные ученые доказали, что кольца Сатурна могутъ состоять только изъ собранія твердыхъ частицъ, физически между собою не связанныхъ,—изъ такъ называемой космической пыли, и не могутъ быть ни жидкими, ни газообразными, какъ то предполагалъ Лапласъ; поэтому нельзя допустить, чтобы кольца Сатурна когда-либо отдѣлились отъ самой планеты. Наконецъ, французскій ученый Фай, изучая вопросъ,—можетъ ли, при современныхъ условіяхъ, отдѣляться отъ солнца вещества для образованія колецъ, служащихъ материаломъ для дальнѣйшаго созданія планетъ, пришелъ къ тому заключенію, что ни одна матеріальная частица отдѣлиться отъ солнца не можетъ.

Всѣ эти обстоятельства, вмѣстѣ взятые, приводятъ Глазенапа къ заключенію, что наша солнечная система образовалась не въ томъ порядкѣ, какъ начерталъ Кантъ и развили Лапласъ. Многія явленія служатъ неопровергнутымъ доказательствомъ того, что въ каждомъ отдельномъ случаѣ имѣли мѣсто не только силы, общія всей космической массѣ солнечной системы, но и другія, особыя, которыя могли даже имѣть преобладающее значеніе.

Принимая во вниманіе всѣ явленія, противорѣчашія великой гипотезѣ Канта-Лапласа, Фай дополнілъ ее и органически связалъ всѣ явленія въ нашей солнечной системѣ. По его мнѣнію, земля выдѣлилась изъ хаотической туманной массы раньше солнца; земля старѣе солнца, но въ общемъ она образовалась такъ, какъ полагали Кантъ и Лапласъ, а именно: изъ газообразной массы сконцентрировалось раскаленно-жидкое свѣтило, которое, подъ вліяніемъ постоянного охлажденія, покрылось твердою оболочкою—земною корою.

**ПРИМѢНИЕ ГИПОТЕЗЫ КАНТА-ЛАПЛАСА КЪ ОБЪЯСНЕНИЮ
ВУЛКАНИЧЕСКИХЪ ЯВЛЕНИЙ.**

Увеличение температуры съ глубиною. — Для сторонниковъ примѣненія гипотезы Канта-Лапласа къ объясненію причины вулканическихъ явлений однимъ изъ доказательствъ присутствія внутри земли высокой температуры служатъ уже давно известныя наблюденія падь увеличеніемъ температуры съ глубиною.

Для изученія постоянной температуры на глубинахъ можно пользоваться всѣми искусственными выемками, которая производить человѣкъ, добывая себѣ съ глубинъ полезныя ископаемыя, а потому такія наблюденія производить въ рудникахъ и копяхъ, а равно и въ артезіанскихъ колодцахъ, доставляющихъ воду съ еще болѣе значительныхъ глубинъ.

Эти наблюденія указываютъ, что температура повышается на 1° Ц. по мѣрѣ углубленія на слѣдующую величину:

Въ Саксонскихъ рудныхъ горахъ на . . . 39,3 метр. или 129 фут.
" Ньюкастльскихъ каменноугольныхъ

копяхъ	30,4	"	"	100	"
" Французскихъ	33,8	"	"	111	"
" Гренельскомъ колодцѣ Парижа . . .	28,9	"	"	95	"
" Нейзальцверкѣ	28	"	"	92	"
" Шперенбергѣ	28,9	"	"	95	"

Изъ такихъ наблюдений принимали повышение температуры на 1° Ц. при углубленіи на 30 метровъ или 100 футовъ. По новѣйшимъ болѣе точнымъ вычисленіямъ, основаннымъ на буровыхъ скважинахъ Шперенберга (близъ Берлина) глубиною въ 1,250 метровъ и Шладебаха (близъ Лейпцига) глубиною въ 1,700 метровъ, принимаютъ повышение температуры на одинъ градусъ Цельзія при углубленіи на 35—37 метровъ.

Благодаря устройству грандозныхъ сооруженій послѣдняго времени, какъ напр. туннелей Монтъ-Сенисъ и Ст.-Готарда, удалось узнать и внутреннюю постоянную температуру высокихъ горныхъ краjей. Наблюденія въ туннелѣ Монтъ-Сенисъ, произведенныя въ 1870 г. Жюрано, обнаружили слѣдующія измѣненія въ температурѣ:

Глубина отъ поверхности земли въ метрахъ.	Разстояніе отъ южного входа въ метрахъ.	Температура горной породы.	Температура воздуха.
520	1000	17° Ц.	15°,3 Ц.
910	5000	27°,5	24°,5
1370	6000	28°,8	26°,8
1609	6450	29°,5	30°,1

Наибольшая величина въ $29^{\circ},5$ Ц. соотвѣтствуетъ срединѣ туннеля. Наблюденія въ туннель Ст.-Готарда дали наибольшую температуру въ $30^{\circ},8$ Ц. По показаніяхъ Стапфа въ этомъ послѣднемъ туннелѣ увеличеніе на 1° Ц. наблюдается при увеличеніи глубины на 46,4 метровъ. Такая величина ясно указываетъ на охлаждающее вліяніе атмосферы на точки, выдающіяся надъ земною поверхностью, какими являются горные кряжи. Только этимъ и можно объяснить эту большую глубину для увеличенія постоянной температуры земли на 1° Ц., сравнительно съ наблюденіями въ рудникахъ и артезіанскихъ колодцахъ.

Допуская, изъ вышеупомянутыхъ наблюденій, увеличеніе температуры съ глубиною, сторонники вулканической гипотезы, основанной на теоріи Лапласа, приходятъ къ заключенію, что на большихъ глубинахъ внутреннее содержимое земли должно находиться въ расплавленномъ состояніи. Кордѣ даже сдѣлалъ попытку вычислить ту температуру, которая должна быть по этимъ наблюденіямъ въ центрѣ земли и по его вычисленіямъ она не менѣе $250,000^{\circ}$ Ц.

Различіе во взглядахъ на состояніе внутренней массы земли. — Принимая во вниманіе увеличеніе температуры съ глубиною на каждые 35—37 метровъ на 1° Ц., надо прійти къ заключенію, что на глубинахъ отъ 5 до 6 географическихъ миль гранитъ долженъ находиться въ расплавленномъ, огненно-жидкомъ состояніи, т.-е. что толщина твердої земной коры крайне ничтожна сравнительно съ радиусомъ земли, опредѣленнымъ въ 1,719 географическихъ миль. Подобное допущеніе предполагаетъ крайне неустойчивое состояніе этой твердої оболочки и заставляетъ нѣкоторыхъ ученыхъ, принимая во вниманіе существующее на глубинахъ давленіе, увеличить предполагаемую толщину по крайней мѣрѣ до 15—20 географическихъ миль.

Однако дальнѣйшее развитіе гипотезы Канта-Лапласа для объясненія причинности вулканическихъ явлений вызываетъ и по настоящее время значительная разногласія. Одна группа ученыхъ допускаетъ существованіе подъ твердою земною корою сплошной огненно-жидкой массы; другая группа полагаетъ, что въ центрѣ земли находится твердое ядро, окруженнное оболочкою изъ расплавленной массы, прикрытоей сверху твердою земною корою; третья группа допускаетъ, что расплавленное огненно-жидкое содержимое сохранилось внутри земли только въ отдельныхъ резервуарахъ; четвертая группа совершенно отрицає внутреннее расплавленное огненно-жидкое содержимое и утверждаетъ, что вся земля представляетъ твердое тѣло съ весьма высокой температурой внутри. Наконецъ, пятая группа ученыхъ, принимая въ принципѣ гипотезу Канта-Лапласа, полагаетъ, что вся земля уже остывла, а потому отыскиваетъ причинность вулканическихъ явлений въ другихъ силахъ; о гипотезахъ этой послѣдней категоріи уже сказано выше.

Нѣкоторыя физическія данныя, какъ-то наблюденіе надъ колебаніемъ маятника и надъ способомъ притяженія луны землею, говорятъ въ пользу того, что внутренность земли должна имѣть большій

удъльный вѣсъ, чѣмъ наружная ея часть, а потому допускаютъ, что эта внутренняя часть состоитъ изъ твердой, а не жидкой массы. Это обстоятельство породило два другихъ воззрѣнія, допускающихъ только отчасти присутствіе внутри земли расплавленныхъ огненно-жидкихъ массъ.

Одно изъ такихъ воззрѣній, выразителемъ котораго является Пуллеть-Скропъ, допускаетъ, что въ то время, когда земля находилась въ жидкому состояніи, остываніе происходило подъ вліяніемъ температуры мірового пространства и вращенія. Тяжелѣйшія, остывшия части падали во внутрь, къ центру родоначального тѣла, а ихъ мѣсто занимали болѣе теплые и легкія. Такимъ путемъ образовалось твердое ядро, окруженное огненно-жидкимъ содержимымъ. На поверхности этого послѣдняго, въ силу того же охлажденія, происходило сгущеніе жидкой массы, и когда она перешла въ полужидкое состояніе, явилась возможность образования твердой оболочки земли. По этой гипотезѣ между твердымъ ядромъ и наружною твердою оболочкою нашей планеты есть еще сплошной слой, состоящій изъ огненно-жидкой массы.

Наконецъ, другое воззрѣніе, выразителемъ котораго должно считать Гопкинса, а энергическимъ сторонникомъ Лайэлля, допускаетъ, что большая часть нашей планеты уже отвердѣла, но что только мѣстами, въ отдельныхъ подземныхъ резервуарахъ, сохранилось огненно-жидкое содержимое, которое и реагируетъ на земную поверхность.

Одно изъ возраженій, которое выставлялось противъ принятія подъ твердою земною корою общаго огненно-жидкаго содержимаго и на которое впервые было указано Сарторіусомъ фонъ-Вальтерсгаузеномъ, заключалось въ томъ, что лавы различныхъ вулкановъ представляютъ большое разнообразіе въ своемъ минеральномъ составѣ, а этого не должно было бы наблюдатьсь, потому что ихъ питомникъ одинъ и тотъ же. Это возраженіе упускаетъ изъ виду вліяніе твердой оболочки нашей планеты, толщина которой, какъ указано выше, должна быть весьма значительна. Огненно-жидкая масса, поднимаясь по трещинамъ горныхъ породъ, должна обнаруживать на эти послѣднія сильное вліяніе. Высокая температура этой массы вызываетъ сплавленіе ея съ сосѣдними горными породами, а это обстоятельство должно вызывать и различіе въ минеральномъ характерѣ лавъ, доставляемыхъ вулканами. Впрочемъ, далѣе будетъ приведено еще и другое объясненіе, которое даютъ нѣ-которые ученые для объясненія различного характера лавъ.

Лайэлль выставляетъ еще одинъ аргументъ. Онъ пробуетъ провести параллель между земнымъ шаромъ, наполненнымъ огненно-жидкимъ содержимымъ, и водянымъ шаромъ, имѣющимъ ледяную оболочку въ 5—10 географическихъ миль толщиною, причемъ температура центра такого шара достигаетъ $3,500^{\circ}$ Ц. Передача температуры отъ центра къ периферіи не только должна была бы заставить такой шаръ закипѣть и расплавить свою оболочку, но весь шаръ обратился бы въ парообразное состояніе. Поэтому, по его мнѣнію, при допущеніи расплавленного огненно-жидкаго содержимаго внутри земли, такая же участъ

постигла бы и нашу землю. Здѣсь, какъ кажется, упущенъ изъ виду весьма важное обстоятельство — постоянное, охлаждающее вліяніе на земную поверхность мірового пространства, имѣющаго столь низкую температуру. Это предположеніе подало поводъ Лайэллю склониться къ гипотезѣ Гопкинса, т.-е. объяснить явленія вулканізма тѣми отдаленными полостями, въ которыхъ еще сохранилось расплавленное огненно-жидкое содержимое.

Четвертая группа ученыхъ, какъ Геймъ, Зюссъ, Рейеръ, Неймайръ и другіе, совершенно отрицаютъ внутреннее огненно-жидкое состояніе земли и допускаютъ существованіе внутри земли тѣль въ твердомъ видѣ при высокой температурѣ и подъ громаднымъ давленіемъ. Основою для этой гипотезы вышеупомянутымъ ученымъ служили нѣкоторые новѣйшіе опыты, доказывающіе, напримѣръ, что большинство газовъ подъ сильнымъ давленіемъ обращаются не только въ жидкости, но нѣкоторые и въ твердый тѣла. Точно также известно, что температура плавленія нѣкоторыхъ тѣль повышается съ увеличеніемъ давленія. Такъ, напримѣръ, спермацетъ плавится при обыкновенномъ давленіи при температурѣ $47,7^{\circ}$ Ц., а при давленіи 141 атмосферы требуетъ уже $50,5^{\circ}$ Ц. Да-
леніе внутри земли должно признать громаднымъ. Юнгъ вычисляетъ, что вода на глубинѣ $80^{1/2}$ географ. миль должна имѣть плотность ртути, гранитъ долженъ уменьшится на $1/6$ своего объема и т. д. Понятно, что при такомъ громадномъ давленіи точка плавленія многихъ горныхъ по-
родъ должна повыситься и они должны встрѣчаться на глубинахъ въ твердомъ видѣ, несмотря на то, что находятся при температурѣ много выше ихъ точки плавленія. Хотя для сторонниковъ этой гипотезы выше-
приведенныхъ данныхъ вполнѣ достаточно, чтобы, обобщая ихъ, объ-
яснить ими дѣятельность вулкановъ, но нужно имѣть въ виду факты иного свойства. Всѣмъ извѣстенъ примѣръ перехода воды въ ледь, при которомъ наблюдается явленіе, совершенно обратное тому, о ко-
торомъ говорено было раньше: вода при переходѣ въ ледь не умень-
шается, а увеличивается въ объемѣ; совершенно такими же свой-
ствами обладаетъ и висмутъ. Эти тѣла точно также отличаются и своимъ
отношеніемъ къ давленію: вода подъ давленіемъ не переходить въ ледь, а наоборотъ, этотъ послѣдній отъ давленія обращается въ жидкость. Изъ вышеуказанного легко прійти къ заключенію, что фактъ, положенный въ основу этого нового ученія, далеко не представляетъ универсальности, а потому и обобщеніе его едва ли имѣеть особое значеніе. Кромѣ того, если даже и принять за доказанное, что точка плавленія всѣхъ тѣль увеличивается съ увеличеніемъ давленія, то можно ли выводить изъ этого представлениѳ о твердомъ состояніи тѣль, находящихся внутри земли? Вполнѣ доказано, что съ глубиною увеличивается температура; но въ какомъ отношеніи давленіе повышаетъ точку плавленія относи-
тельно увеличенія температуры, — это остается въ области предположеній, и если допустить, что послѣднее идетъ пропорционально первому, то отвердѣваніе произойти не можетъ. Впрочемъ, есть одно косвенное со-
ображеніе, которое скорѣе говоритъ въ пользу пропорциональности уве-

личенія давленія и температуры. Уже неоднократно упоминалось, что удѣльный вѣсъ земли, вычисленный разнообразными способами, равенъ 5,5. Если исходить изъ прямыхъ опытовъ надъ сжимаемостью горныхъ породъ и предположить, что тотъ же материалъ наполняетъ и внутренность земли, то только въ силу одного уплотненія подъ влияніемъ давленія получается удѣльный вѣсъ земли, значительно болѣшій, чѣмъ вычисленный, а если принять, что внутри земли вещества распределены сообразно ихъ удѣльному вѣсу, то получится средній удѣльный вѣсъ земли еще болѣшій. Очевидно, внутри земли существуетъ какая-то сила, противодѣйствующая давленію, которое стремится уплотнить вещества, а эта сила должна расширять тѣла. Такую силу легко найти въ теплотѣ и въ ея повышеніи по мѣрѣ углубленія въ землю. Удѣльный вѣсъ земли свидѣтельствуетъ, что необходимо допустить повышеніе температуры съ глубиною и вѣроятно пропорциональное ей давленіе, что, конечно, не представить условій, благопріятныхъ для образованія внутри земли твердыхъ веществъ. Не лишено интереса указаніе Спенсера, по вычисленіямъ котораго, чтобы получить извѣстный удѣльный вѣсъ земли, принимая во вниманіе увеличеніе давленія съ глубиною, необходимо допустить, что внутренность земли наполнена самыми легкими газами, уплотненными давленіемъ. Такой составъ нашей планеты едва ли возможенъ. Впрочемъ, если даже допустить, что давленіе увеличивается съ глубиною больше, чѣмъ температура, то и при этомъ нельзя прійти къ заключенію о твердомъ состояніи веществъ, находящихся внутри земли. Сименсъ прямymi опытами надъ расплавленнымъ стекломъ показалъ, что уменьшеніе объема и уплотненіе произошло въ немъ не въ моментъ отвердѣнія, а въ промежуточномъ состояніи, т.-е. тогда, когда оно было въ тѣсто- или сиропообразномъ состояніи. Отсюда видно, что и этотъ опытъ опровергаетъ твердое состояніе веществъ внутри земли и дѣлаетъ правдоподобнымъ скорѣе тѣстообразное ихъ состояніе, что, конечно, скорѣе говорить въ пользу огненно-жидкаго содержимаго.

Нѣкоторыя новыя астрономическія данныя дали въ послѣднее время интересный матеріалъ для заключенія о жидкому внутреннемъ состояніи земли. Извѣстно, что вращеніе по инерціи шара твердаго и шара, наполненнаго жидкостью, различно; въ послѣднемъ случаѣ наблюдаются незначительныя колебанія оси вращенія. Поэтому, если внутри земли находится жидкое, а не твердое содержимое и кора земли представляеть сравнительно со всею ея массою незначительную толщину, то при вращеніи земли должны происходить колебанія ея оси и эти колебанія могутъ быть замѣчены непосредственными наблюденіями надъ положеніемъ полоса земли относительно неподвижныхъ звѣздъ. Такія колебанія оси земли, происходящія въ небольшіе промежутки времени, называются суточною нутациею. Астрономъ Фоли собраль значительный рядъ наблюденій надъ суточною нутациею, доказывающій, какъ думаетъ упомянутый ученый, съ несомнѣнною достовѣрностью, что внутренность земли занита жидкостью, а не твердою массою.

Астрономамъ и физикамъ предстоить решить вопросъ о томъ, вся

ли внутренняя часть земли выполнена расплавленною огненно-жидкою массой, или она находится въ тѣстообразномъ состояніи, или уже образовалось внутри земли твердое ядро, окруженное огненно-жидкимъ слоемъ. Но съ отдѣльными резервуарами, какъ очагами вулканической дѣятельности, едва ли можно согласиться. Этому обстоятельству противорѣчить самый ходъ охлажденія земли подъ вліяніемъ температуры мірового пространства, и не видна причина, почему въ однихъ мѣстахъ, по этой гипотезѣ, произошло полное охлажденіе, въ другихъ нѣть, тогда какъ и тѣ, и другія находились въ одинаковыхъ условіяхъ. Кроме того, распространение вулкановъ свидѣтельствуетъ, что иногда обширныя пространства земной поверхности обнаруживаются вулканическія явленія. Весь Тихій Океанъ окаймленъ, какъ кольцемъ, вулканами, которые, кроме того, являются и на островахъ, а потому здѣсь, согласно гипотезѣ Гошкинса и Лайелля, нужно было бы на короткихъ разстояніяхъ допустить цѣлый рядъ вулканическихъ очаговъ, отдѣленныхъ другъ отъ друга. Но едва ли это возможно. Можно было бы допустить подъ всѣмъ Тихимъ Океаномъ одинъ общій резервуаръ, но это допущеніе равнозначно принятию подъ твердою земною корою одного общаго резервуара. Въ пользу послѣдняго мнѣнія говорить и еще одно обстоятельство. Точное изученіе дѣятельности различныхъ и значительно отдаленныхъ другъ отъ друга вулкановъ, какъ, напр., Мексиканскихъ и Везувія или Этны, обнаруживаетъ вездѣ одни и тѣ же явленія, а потому и причины, ихъ обусловливающія, должны быть общіи. Наконецъ, въ пѣкторыя эпохи динамической напряженности вулкановъ довольно рѣзко обнаруживалась ихъ связь между собою. Такъ, напр., извѣстны факты, когда при сильной напряженности вулканической дѣятельности Везувія—Этна бездѣствовала, и обратно. Съ другой стороны также извѣстно, что сильныя проявленія вулканической напряженности иногда обнаруживаются одновременно. Въ 1865 году одновременно стали дѣйствовать Везувій и Этна, а столь постоянный вулканъ, какъ Стромболи, почти удвоилъ свою дѣятельность. Затѣмъ въ вышеупомянутыхъ вулканахъ дѣятельность прекратилась и проявилась снова въ группѣ Греческаго архипелага замѣчательнымъ изверженіемъ Санторина.

Все это приводить къ заключенію, что главный виновникъ вулканизма — внутреннее содержимое земли, находящееся при крайне возвышенной температурѣ и подъ громаднымъ давленіемъ и образующее, по всѣмъ вѣроятіямъ, непрерывный слой подъ твердою земною поверхностью. Доказанная связь вулкановъ съ горами и вообще съ мѣстностями, гдѣ наблюдается сильное нарушеніе первоначального расположения слоевъ и присутствіе трещинъ, заставляетъ допустить, что эти послѣднія уменьшаютъ давленіе, даютъ возможность заключеннымъ внутри массамъ увеличиваться въ объемѣ и приближаться къ земной поверхности; вліяніе ихъ на земную кору, повидимому, есть одна изъ причинъ того разнообразія, которое представляютъ лавы различныхъ вулкановъ.

Разнообразіе петрографического характера лавъ нѣкоторые объ-

ясняютъ еще, кромъ вліянія на огненно-жидкое содержимое нашей планеты горныхъ породъ, по которымъ проходятъ трещины, облегчающія изверженіе вулкана, различною плотностью огненно-жидкой массы. Допускаютъ (Смить), что подъ вліяніемъ виѣшняго охлажденія огненно-жидкое содержимое представляетъ различной плотности слои, концентрически расположенные подъ твердою оболочкою. Кромъ того, эта послѣдняя не должна представлять на всемъ своемъ протяженіи одинаковую толщину: она толще тамъ, гдѣ материки, и въ особенности гдѣ горы, тоньше — тамъ, гдѣ моря и низины. При образованіи на поверхности земли складокъ отъ охлажденія, а, следовательно, отъ уменьшенія объема, складки являются, по мнѣнію сторонниковъ такого взгляда, не только на поверхности, но соотвѣтственно имъ и внутри, направленный въ огненно-жидкую массу. Согласно этому взгляду должно представить, что высокія горы и вообще неровности земной поверхности должны иметь соотвѣтственные имъ корни, направленные внутрь земли. Здѣсь видѣть какъ бы аналогію съ явленіемъ плавающей по поверхности моря ледяной горы, для поддержанія которой необходима извѣстной величины подводная часть, превосходящая надводную. Точно также смотрять и на горы и неровности вообще — какъ имѣющія соотвѣтственные имъ корни большихъ размѣровъ, чѣмъ наружная высоты. Понятно, что въ различныхъ мѣстахъ твердой земной коры эти корни опускаются въ нижележащую расплавленную массу на различную глубину, а допуская различный составъ отдѣльныхъ слоевъ этой послѣдней дѣлается вполнѣ понятнымъ и разнообразіе лавъ поднимающихся по трещинамъ. По мнѣнію приверженцевъ этого взгляда точно также легко объясняется такимъ допущеніемъ и явленіе поднятій и опусканій; стоитъ только сдѣлать предположеніе, что возможно наростаніе или уменьшеніе объема этихъ вдающихся въ огненно-жидкую массу неровностей твердой оболочки земли. При наростаніи ихъ плавающая твердая оболочка должна приподниматься, при уменьшеніи опускаться. Кромъ того размываніе, а равно и отложеніе новыхъ осадковъ можетъ въ свою очередь вліять на колебаніе твердой оболочки земли, покоящейся на огненно-жидкомъ ея содержимомъ.

Остается еще одинъ вопросъ: какая причина управляетъ выходомъ на дневную поверхность расплавленныхъ массъ? Здѣсь опять есть нѣсколько объясненій.

УЧАСТИЕ ВОДЫ ВЪ ВУЛКАНИЧЕСКИХЪ ЯВЛЕНІЯХЪ.

Одинъ изъ пунктовъ, на которомъ сходится большинство ученыхъ, это громадное значеніе воды при вулканическихъ изверженіяхъ и вообще связь вулкановъ съ водою. Такое возврѣніе находить себѣ подтвержденіе: въ географическомъ распределеніи вулкановъ, въ обильномъ выданіи паровъ воды при изверженіяхъ и наконецъ въ характерѣ вул-

каническихъ продуктовъ какъ газообразныхъ, такъ и продуктовъ возгона или сублиматовъ.

Географическое распределение вулкановъ въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ большими водоемами, какъ указано выше, представляетъ фаетъ, прочно установленный. Болѣе половины вулкановъ принадлежитъ къ островнымъ и подводнымъ, не считая тѣхъ, иногда значительныхъ, подводныхъ вулканическихъ областей, о которыхъ можно только догадываться. Материковые вулканы, въ свою очередь, также обнаруживаютъ своимъ расположениемъ любовь къ водѣ: большинство дѣйствующихъ вулкановъ помѣщается или на длинныхъ мысахъ материковъ, или вдоль ихъ побережий. Потухшіе вулканы, какъ указано выше, при реставровкѣ времени ихъ дѣятельности, тоже оказываются береговыми. Наконецъ, вулканы центральной Азіи, которые до послѣдняго времени часто выставлялись, какъ противорѣчие общему правилу, въ настоящее время утратили всякое значение, потому что оказались не вулканами, а результатомъ подземныхъ каменноугольныхъ пожаровъ.

Водяной паръ является однимъ изъ непремѣнныхъ дѣятелей при вулканическихъ изверженіяхъ. Съ начала динамической напряженности вулкана и до конца его дѣятельности всякое извержение сопровождается выдѣленіемъ водяного пара, количество котораго громадно. Выносъ на дневную поверхность всевозможныхъ рыхлыхъ продуктовъ исключительно обусловливается водянымъ паромъ.

Образованіе какъ главнаго, такъ и побочныхъ конусовъ также принадлежитъ исключительно дѣятельности водяного пара. Водяной паръ, какъ видѣли выше, выдѣляется не только изъ кратера вулкана, но и изъ лавового потока въ видѣ обильныхъ фумаролъ, и выдѣленія эти иногда крайне убѣдительно доказываютъ, что при вулканическихъ изверженіяхъ механизмъ дѣйствія обусловливается энергичнымъ выдѣленіемъ изъ лавы паровъ воды. Образованіе на поверхности лавы конусовъ изъ шлаковъ и другія явленія, сопровождающія дѣятельность фумаролъ, даже такихъ знатоковъ вулканической дѣятельности, какъ Пальміери, могутъ иногда ввести въ заблужденіе. Уже было указано, что при сильномъ изверженіи Везувія 1872 г. громадная фумарола, обнаружившаяся изъ лавового потока, подала поводъ Пальміери видѣть въ ней открывшійся новый кратеръ,—настолько явленія, сопровождавшія дѣятельность этой фумаролы, были сходны съ явленіями, обнаруживающимися при изверженіи вулкана.

Тѣсное соотношеніе между огненно-жидкою лавою и парами воды объясняется конденсаціе расплавленной массою воды или водяного пара, а вѣроятно, и другихъ газовъ. Поглощеніе газовъ и паровъ воды известно въ настоящее время для многихъ другихъ веществъ, находящихся въ расплавленномъ состояніи: серебро обладаетъ способностью поглощать кислородъ, а при охлажденіи выдѣляетъ его, обусловливая трудность получения королька съ ровною, какъ бы полированною поверхностью; мѣдь и бронза поглощаютъ кислородъ, а при охлажденіи его выдѣляютъ; расплавленный чугунъ, особенно марганцовистый, по-

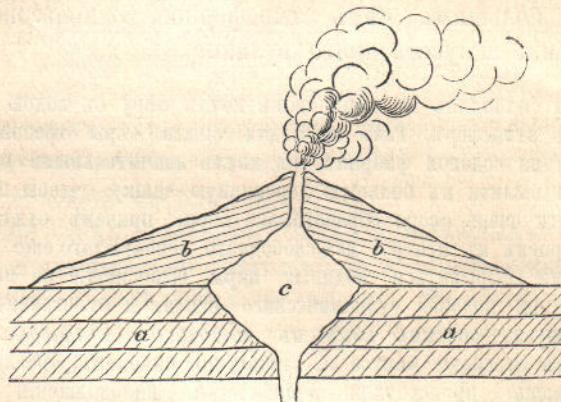
глощаетъ значительное количество H_2CO , и немногого N_2 ; окись свинца поглощаетъ кислородъ, сѣра—пары воды. По Девило стекло, полученное сплавленіемъ изумруда съ известью, растворяетъ водородъ, выдѣляющійся при охлажденіи. Кислые ванадаты щелочныхъ металловъ поглощаютъ кислородъ, который также выдѣляется при охлажденіи. Такое же точно отношеніе можно видѣть между расплавленною лавою съ одной стороны, водою и различными парами и газами съ другой. На большихъ глубинахъ, гдѣ происходитъ соприкосновеніе лавы съ водою, послѣдняя, подъ значительнымъ давленіемъ, конденсируется лавою, а по мѣрѣ приближенія этой послѣдней къ дневной поверхности, по мѣрѣ уменьшенія давленія и охлажденія лавы, вода, обращаясь въ водяной паръ, будетъ освобождаться и выдѣляться, обусловливая тѣ явленія, которыхъ наблюдаются при изверженіяхъ вулкановъ. Вотъ почему напряженность выдѣленія водяного пара столь различна при началѣ изверженія и концѣ его.

Такимъ отношеніемъ расплавленныхъ массъ къ водянымъ парамъ подъ давленіемъ большимъ, чѣмъ атмосферное, воспользовался Гохштеттеръ для полученія искусственного вулкана.

Этотъ ученый сплавлялъ въ папионовомъ котлѣ сѣру съ водою подъ давленіемъ отъ двухъ до трехъ атмосферъ. Такъ какъ для опыта сѣры требовалось много, то опытъ производился на содовой фабрикѣ, въ котлѣ значительныхъ размѣровъ. Сплавленная масса была выпита въ большую деревянную чашку, чтобы замедлить охлажденіе. На поверхности очень скоро образовалась кора, причемъ охлажденіе и затвердѣваніе шло отъ краевъ къ центру; изъ свободнаго, непокрытаго еще корою, центральнаго отверстія стали вырываться водяные пары, выносившіе на поверхность мелко измельченную сѣру, на подобіе вулканическаго пепла, и отлагавшіе ее вокругъ отверстія въ видѣ конуса, совсѣмъ какъ въ настоящихъ вулканахъ. Расплавленная сѣра поднималась въ отверстіе конуса и, стекая по склонамъ, разливалась подобно лавѣ. Такія изверженія происходили периодически, впродолженіи отъ одного до полуторыхъ часовъ; при этомъ образовались конусы отъ 0,3 до 0,45 метра въ диаметрѣ и отъ 0,025 до 0,037 метра высоты. Когда дѣятельность центральнаго искусственнаго вулкана прекратилась, можно было думать, что вся сѣра остыла въ чашкѣ. Гохштеттеръ, для того, чтобы убѣдиться въ этомъ, искусственно пробуравилъ образовавшуюся твердую кору и изъ сдѣланнаго имъ отверстія снова обнаружилась непродолжительная дѣятельность, при помощи которой былъ насыпанъ небольшой побочный конусъ. Здѣсь, очевидно, дѣятельность въ главномъ конусѣ прекратилась только потому, что сѣра, поднимаясь по каналу и оставаясь въ немъ, прекратила возможность дальнѣйшаго выхода паровъ, а упругость ихъ въ это время была недостаточна для преодолѣнія препятствія. Конечно, когда вся сѣра затвердѣла, вызвать вулканическую дѣятельность было невозможно,—весь водяной паръ уже былъ выдѣленъ.

Этотъ опытъ Гохштеттера представляетъ еще и другой интересъ. Миниатюрные конусы изъ сѣры можно изучать до малѣйшихъ подробностей, можно приготовлять изъ нихъ разрѣзы по различнымъ направленіямъ. Такой разрѣзъ, приготовленный Гохштеттеромъ и проведенный чрезъ средину конуса, обнаружилъ слѣдующее: среди разрѣза можно было наблюдать (фиг. 127) какъ бы двѣ воронкообразныя полости, поставленныя другъ на друга (с). Нижняя воронка, направленная широкимъ отверстиемъ кверху, была заключена въ горизонтальныхъ слояхъ застывшей сѣры (а); верхняя воронка, широкимъ отверстиемъ направленная внизу, заключалась въ наклонныхъ, чередующихся слояхъ какъ мелко измельченной сѣры, такъ и ея потоковъ (б). Вся, ограниченная ими полость послѣ остыванія искусственного вулкана явилаась выполненою крупно-кристаллическою сѣрою.

Подтверждениемъ того, что при вулканической дѣятельности вода играетъ одну изъ важнѣйшихъ ролей, а равно въ доказательство, что эту роль играетъ, повидимому, вода морская, служитъ изученіе сопровождающихъ изверженія газовъ, а равно и продуктовъ возгона или сублиматовъ. Въ составъ морской воды, какъ извѣстно, входятъ: хлористый натрій, сѣрнокислая извѣсть, хлористые калій и магній. Въ ряду газообразныхъ выдѣленій вулкановъ хлористоводородная, сѣрнистая кислота и сѣроводородъ играютъ весьма выдающуюся роль, а эти продукты относительно легко получаются изъ вышеприведенныхъ солей морской воды. Фукэ, напр., фактически доказалъ, что подъ вліяніемъ перегрѣтаго водяного пара поваренная соль, разлагаясь, даетъ хлористоводородную кислоту. Сѣрнокислая соль извести точно также въ присутствіи свободнаго водорода, при высокихъ температурахъ, можетъ давать какъ сѣрнистую кислоту и сѣроводородъ, такъ, наконецъ, и самородную сѣру. То же самое подтверждаютъ продукты возгона, въ числѣ которыхъ господ-



Фиг. 127. Схема вулкана Гохштеттера.

ствуютъ хлористыя соединенія натрія, калія, магнія и т. д., т.-е. соли, наиболѣе распространенные въ морской водѣ.

Такое видное участіе воды и, вѣроятнѣе всего, морской въ вулканическихъ явленіяхъ подаетъ поводъ отыскивать именно въ ней причины пароксизмовъ вулканическихъ явлений. Полагаютъ, что вода проникаетъ по трещинамъ горныхъ породъ до расплавленной огненно-жидкой массы; здѣсь она конденсируется массою, находящуюся при высокой температурѣ и громадномъ давлѣніи, увеличиваетъ ея объемъ и заставляетъ выступать по трещинамъ по направлению къ поверхности земли. На извѣстныхъ глубинахъ, где давлѣніе меньше, вода обращается въ паръ и, расширяясь при этомъ, выдавливаетъ внутреннюю массу на поверхность земли. Давлѣніе водяного пара во всякомъ случаѣ громадно, такъ какъ для поднятія лавы только въ одномъ конусѣ вулкана высотою въ 3,000 метровъ нужно допустить давлѣніе не менѣе 1,000 атмосферъ.

Такой взглядъ на воду, какъ на причину периодической дѣятельности вулкановъ, встрѣчаетъ со стороны нѣкоторыхъ ученыхъ,

между прочимъ и Лаппана, возраженія. Эти возраженія относятся какъ къ тому географическому расположению вулкановъ въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ водою, о которомъ было сказано раньше, такъ и къ парамъ воды, газамъ и продуктамъ возгона.

Первое изъ возраженій касается какъ бы нѣкоторой неправильности взгляда на то, что всѣ вулканы лежать на берегахъ морей. Примѣры указываются изъ цѣпи вулкановъ Андовъ, которые только, въ силу малаго масштаба географическихъ картъ, кажутся побережными вулканами, а въ сущности удалены на значительное разстояніе отъ моря. Вулканы Толима и Котопахи по прямому разстоянію отстоять на 200 километровъ отъ моря, Антизана на 230, а Сангай на 250 километровъ. Сангай дѣйствуетъ постоянно, а Котопахи вмѣстѣ съ лавою доставляетъ на дневную поверхность хлористоводородную кислоту. Попокатепетль въ Мексикѣ, доставляющій большое количество хлористоводородной кислоты, отстоитъ отъ моря на 245 километровъ. Приводятъ еще вулканы центральной Азии, но для насъ теперь этотъ примѣръ не убѣдителенъ. Эта относительная удаленность вулкановъ отъ берега моря служить для вышеуказанныхъ ученыхъ однимъ изъ возраженій противъ принятія морской воды, какъ механическаго дѣятеля вулканизма. По ихъ мнѣнію, 250 километровъ представляютъ громадную цифру для прониканія морской воды, но для этихъ же самыхъ ученыхъ не представляется препятствіемъ при объясненіи артезіанскихъ колодцевъ отыскивать для нихъ питательные резервуары въ разстояніяхъ еще большихъ, чѣмъ вышеприведенные. Съ другой стороны, на какомъ основаніи можно утверждать, что именно тамъ, где проникастъ морская вода по трещинамъ, тамъ и должно произойти изверженіе, развѣ это послѣднее не можетъ найти себѣ выходъ въ другомъ мѣстѣ, где встрѣчается меныше препятствій, даже на разстояніи 250 километровъ отъ морского бассейна? Наконецъ, если такимъ ученымъ необходимо нужно, чтобы вулканическая дѣятельность обнаружилась тамъ, где морская вода будетъ соприкасаться съ внутреннею массою, находящуюся при высокой температурѣ, то не проще ли допустить прониканіе морской воды по трещинамъ до подземнаго резервуара подъ то мѣсто, где лежитъ данный вулканъ, и соединеніе этого послѣдняго съ резервуаромъ болѣе короткою, широкою и самостоятельнouю трещиною, черезъ которую, какъ ближайшую, и будетъ происходить изверженіе, а по длиннѣйшей трещинѣ—доставка изъ моря воды.

Другое возраженіе направлено противъ принятія паровъ воды, газовъ и продуктовъ возгона за части, происшедшія какъ отъ разложенія, такъ и отъ обращенія въ паръ морской воды. По мнѣнію противниковъ такого взгляда, вода, проникая горныя породы и приближаясь къ расплавленной огненно-жидкой массѣ, должна обратиться въ паръ и этимъ послѣднимъ прекратить дальнѣйшій доступъ воды. Въ этомъ возраженіи съ одной стороны упускается изъ виду, что на такихъ глубинахъ и при такомъ громадномъ давленіи вода находится въ жидкому состояніи и какъ бы умышленно игнорируется то тѣсное

соотношение между парами, газами и лавою, которое въ настоящее время вполнѣ констатировано. Такъ какъ эта встрѣча должна происходить на глубинахъ, т.-е. подъ громаднымъ давлениемъ, то расплавленная масса должна въ громадномъ количествѣ конденсировать воду и газы, а слѣдовательно, скорѣе будетъ притягивать ихъ, чѣмъ препятствовать ихъ доступу. Это подтверждается и опытомъ Добрэ, который бралъ пластинку песчаника въ 2 см. толщиною и помѣщалъ на нее воду, а снизу сильно накаливалъ; несмотря на громадное различие температуры, доходящее до 160° Ц., и давление до двухъ атмосферъ, вода быстро проникала сверху до нагрѣтой поверхности. Этотъ опытъ вполнѣ подтверждаетъ способность раскаленныхъ тѣлъ притягивать воду, просачивающуюся по тонкимъ трещинамъ.

Другія газообразныя вещества, а равно и продукты возгора, также, по мнѣнію этихъ ученыхъ, не могутъ служить подтверждениемъ прониканія морской воды къ расплавленнымъ массамъ, они пытаются объяснить ихъ происхожденіе другимъ способомъ. Первое ихъ возраженіе основано на значительномъ количествѣ углекислоты, которое наблюдается въ газообразныхъ продуктахъ изверженія. Такъ какъ въ морской водѣ ея находить только слѣды, то невольно задаются вопросомъ: откуда же она берется, если въ морской водѣ ея нѣть? Отвѣтъ на это служить слѣдующее. Известники представляютъ горную породу, крайне распространенную въ природѣ, и если представить, что та громадная трещина, чрезъ которую идетъ доставка расплавленного содержимаго земли на дневную поверхность, прошла между прочимъ и чрезъ известникъ, то высокая температура огненно-жидкой массы, а равно и сплавленіе известняка съ нею, должны обусловить выдѣленіе угольной кислоты, тѣмъ болѣе, что по опытамъ Добрэ углекислая извѣсть (исландскій шпатъ) уже при 440° Ц. обнаруживаетъ начало диссоціаціи, а при 850° упругость углекислоты достигаетъ 85 мм. ртути; слѣдовательно, даже просто пары воды, находящіеся въ сильно перегрѣтомъ состояніи, могутъ дѣйствовать разлагающимъ способомъ на известникъ.

Не желая видѣть въ морской водѣ главнаго виновника механизма изверженія, для объясненія происхожденія газовъ и сублиматоръ дѣлаютъ предположеніе, что въ то время, когда земля находилась въ расплавленномъ состояніи, часть газовъ была поглощена или конденсирована ея массою, которая затѣмъ покрылась твердою оболочкою, которая не дозволила имъ выдѣлиться впослѣдствіи. Эти-то сохранившіеся внутри земли газы и выдѣляются при изверженіи вулкановъ. Предположеніе это однако опровергается тѣмъ, что конденсироваться во время образованія нашей планеты должны бы всѣ газы, намъ извѣстные, а не тѣ только, которые такъ легко происходятъ при разложеніи морской воды; точно также и сублиматоры должны бы представить громадное разнообразіе, а не ограничиваться только твердыми составными частями морской воды и продуктами ихъ разложенія.

Противники гипотезы периодической дѣятельности вулкановъ въ

силу просачиванія къ расплавленной массѣ морской воды принимаютъ, что поднятіе лавы къ дневной поверхности обусловлено охлажденіемъ земного шара, сжатіемъ его твердой оболочки и давленіемъ ея на нижележащую неотвердѣвшую часть, чѣмъ и обусловливается выжиманіе этой послѣдней и выходъ на дневную поверхность, причемъ съ оговорками принимаютъ, что во время выхода расплавленной массы она можетъ встрѣтить и морскую воду, просачивающуюся или стремящуюся по трещинамъ внизъ. Подобное допущеніе во всякомъ случаѣ не объясняетъ періодичности въ дѣятельности вулкановъ; по этой гипотезѣ дѣятельность ихъ должна быть постояннною.

Разсмотрѣніе тѣснаго соотношенія воды съ огненно-жидкою лавою, а равно и разборъ возраженій, укрѣпляетъ насъ въ слѣдующемъ общемъ взглядѣ на причины вулканическихъ явлений. Земля, какъ міровой организмъ, произошла тѣмъ же способомъ, какъ и другія міровыя тѣла, т.-е. изъ расплавленныхъ огненно-жидкихъ массъ. Твердая ея оболочка покоится на сохранившемся до сихъ поръ общемъ слоѣ, находящемся при высокой температурѣ и громадномъ давленіи. Охлажденіе твердой оболочки, образованіе на ней складокъ и трещинъ обуславливаетъ некоторое давленіе на нижележащую массу и способствуетъ ея поднятію по трещинамъ къ поверхности земли. По трещинамъ этой твердой оболочки морская вода проникаетъ до внутренняго содержимаго и подъ сильнымъ давленіемъ конденсируется этимъ послѣднимъ. Такая конденсація обуславливаетъ увеличеніе объема внутренней массы, давленіе на нее и выдавливаніе по тѣмъ трещинамъ, которыя представляютъ наименьшее препятствіе. Въ моментъ соприкосновенія морской воды съ расплавленной массою, необходимо допустить не только образованіе тѣхъ газовъ, которые являются спутниками изверженія, но и процессовъ раскисленія самой воды, на что указываетъ водородъ; можно полагать, что внутренняя масса содержитъ отчасти неокисленные тяжелые металлы, на что указываетъ между прочимъ нахожденіе самороднаго желѣза въ базальтахъ. Поднятіе расплавленныхъ массъ по трещинамъ съ различной глубиной и среди разнообразныхъ горныхъ породъ должно, по нашему мнѣнію, отражаться на минеральномъ характерѣ выходящихъ на дневную поверхность лавъ и обуславливать ихъ петрографическое различіе. Такому различію, можетъ быть, до извѣстной степени способствуетъ и различіе въ составѣ слоевъ внутренней массы въ зависимости отъ глубины изверженія, какъ о томъ упомянуто выше. По мѣрѣ приближенія расплавленныхъ массъ къ дневной поверхности, поглощенная подъ громаднымъ давленіемъ вода и газы должны, какъ въ силу уменьшенія давленія, такъ и охлажденія, выдѣляться изъ лавы, и это выдѣленіе должно обусловить почти весь тотъ внешній эффектъ, который наблюдается при изверженіи всякаго вулкана.

Причины землетрясеній уже давно отыскивались также въ вулканическихъ явленіяхъ, главнымъ образомъ потому, что почти всегда сильныя изверженія вулкановъ или сопровождаются колебаніями не только самого вулкана, но и его окрестностей, иногда на значительныя разстоя-

нія, или такія колебанія сплошь и рядомъ предшествуютъ изверженіямъ. Въ послѣднімъ случаѣ объясняютъ подземные толчки тѣмъ, что развивающіеся подъ землею пары и газы, не находя выхода, обнаруживаются страшное давленіе снизу на земную кору и приводятъ этимъ ее въ движение, причемъ развитіе вышеупомянутаго давленія приписывали по преимуществу взрывамъ паровъ и газовъ. Другіе объясняли происхожденіе землетрясеній совокупнымъ вліяніемъ солнца и луны на огненно-жидкое содержимое земли и вызванные этимъ обстоятельствомъ приливы (см. стр. 178). Третіи допускаютъ постоянное сотрясеніе внутренней огненно-жидкой массы, вызванное постояннымъ уменьшеніемъ объема твердой земной коры, ея растрескиваніемъ, колебаніемъ и постояннымъ давленіемъ на нижележащія массы, и потому допускаютъ постоянныя землетрясенія. Наконецъ, четвертая группа ставитъ причины землетрясеній только въ зависимость отъ внутренняго строенія земли. Такъ, присутствіе въ горныхъ породахъ полостей и ихъ разростаніе можетъ привести къ проваламъ, а движение при этомъ массъ земли должно вызвать сотрясенія прилегающихъ мѣстностей. Точно также и перемѣщеніе по трещинамъ однихъ участковъ горныхъ породъ относительно другихъ должно вызывать колебанія земли и т. д.

Такое разнообразіе въ толкованіи причинности землетрясеній, по видимому, вызвано тѣмъ, что каждый изслѣдователь какого-нибудь исключительного землетрясенія, предлагая для объясненія его свою гипотезу, считалъ послѣднюю универсальною и думалъ только ею объяснить всѣ землетрясенія. Намъ кажется, что въ разсмотрѣніи этого вопроса необходимо надо имѣть въ виду два господствующихъ рода землетрясеній: одни—присущія странамъ вулканическимъ и захватывающія собою болѣе или менѣе значительныя пространства; для такихъ землетрясеній едва ли можно найти болѣе простую причину, чѣмъ та, которую объясняютъ и дѣятельность самихъ вулкановъ, т.-е. высокая температура внутренности земли. Другія землетрясенія находятся въ связи съ внутреннимъ строеніемъ (тектоникою) горныхъ породъ: съ нарушеніемъ ихъ напластованіемъ, съ присутствіемъ въ нихъ полостей и т. д. Эти землетрясенія не могутъ пользоваться такимъ значительнымъ распространениемъ, какъ первыя, и въ нѣкоторыхъ случаяхъ причины ихъ происхожденія прямо обнаруживаются на дневной поверхности провальными ямами или земляными воронками. Такимъ образомъ можно, напр., объяснить землетрясенія, которыя периодически наблюдаются въ Крыму.

Причины поднятій и опусканій мѣстностей могутъ быть различны въ зависимости отъ того, имѣютъ ли дѣло съ явленіями, выражающимися быстро и рельефно, или съ медленными, вѣковыми. Быстрыя выступанія или опусканія мѣстностей надъ или подъ уровень сосѣдняго водоема имѣютъ мѣсто всегда въ вулканическихъ областяхъ, а потому иного объясненія дать имъ и нельзя, какъ сопоставляя причину ихъ съ причинами дѣятельности вулкана. Другое дѣло вѣковые колебанія. Площади, захватываемыя ими, громадны и часто совсѣмъ лишены нынѣ дѣйствующихъ вулкановъ, а потому непосредственно со-

поставлять причину ихъ съ причиною дѣятельности вулкановъ, хотя и возможно, но и другія соображенія не должны быть чуждыми при попыткахъ объясненія этого явленія. Съ одною изъ попытокъ такого объясненія мы познакомимся ниже при описаніи процессовъ минеральной жизни горныхъ породъ. Другую попытку можно видѣть въ новѣйшемъ воззрѣніи, по которому явленія поднятій или отрицательныхъ колебаній уровня и опусканий или положительныхъ колебаній ставятся въ зависимость отъ явленія притяженія воды материками и островами; такъ какъ эта сила притяженія обусловлена массою, то при увеличеніи материковъ и острововъ, они будутъ сильнѣе притягивать воду и у береговъ будутъ наблюдаваться явленія положительного колебанія уровня или опускания, а при ихъ уменьшеніи — обратное явленіе. Такое объясненіе явилось, какъ результатъ непосредственныхъ наблюденій надъ уклоненіями отвѣса въ различныхъ мѣстностяхъ земного шара. Эти наблюденія указываютъ, что сила притяженія наименьшую величину имѣетъ среди материковъ, тогда какъ наибольшая соотвѣтствуетъ срединамъ океановъ, несмотря на то, что здѣсь надо было бы ожидать уменьшенія силы притяженія. Такія наблюденія какъ бы невольно говорятъ въ пользу того, что въ срединѣ океановъ наблюдатель находится ближе къ центру притяженія земли, чѣмъ на материкахъ и у ихъ береговъ, а отсюда легко вывести заключеніе, что поверхность моря значительно поднимается въ силу притяженія твердыми земными массами у береговъ и стоитъ значительно ниже въ срединѣ океана. Листингъ называетъ „геоидомъ“ эллипсоидальную поверхность моря, измѣненную притяженіемъ материковъ. Различные расчеты, сдѣланные въ этомъ направленіи, указываютъ на разницу уровня воды у береговъ и въ открытомъ морѣ отъ 36 и до 2,000 метровъ, т.-е. уровень моря приподняты у различныхъ береговъ неравномѣрно, хотя въ то же время градусное измѣреніе отъ Чернаго и Балтійского морей къ Ледовитому океану обнаружило нахожденіе уровня ихъ на одной и той же высотѣ. Лейпольдъ въ новѣйшее время, разматривая добытые наблюденіями факты, указываетъ, что въ ряду ихъ наблюдаются значительныя несоотвѣтствія. Такъ, у береговъ Европы, одного изъ крупнейшихъ материковъ, уровень водъ стоитъ много ниже, чѣмъ у береговъ Америки. Въ Южн. Америкѣ, напр., уровень по восточному берегу на 500—600 метровъ выше нормы, тогда какъ на западномъ, гдѣ тянется громадный массивъ Кордильеровъ, онъ всего въ 300 метровъ. По мнѣнію Лейпольда, изъ добытыхъ данныхъ можно видѣть, что наблюдается масса неправильностей въ самомъ объясненіи измѣненія уровня моря, неправильностей, не подчиняющихся никакимъ разсчетамъ. Съ другой стороны, тотъ же изслѣдователь обращаетъ вниманіе и на барометрическія наблюденія въ различныхъ мѣстахъ земного шара, которыхъ, по его мнѣнію, нисколько не соотвѣтствуютъ разсчетамъ, сдѣланнымъ на основаніи наблюденій надъ колебаніемъ отвѣса, и приводятъ къ другимъ результатамъ, т.-е. хотя и указываютъ мѣстная небольшія поднятія уровня моря у материковъ, но никоимъ образомъ не подтвер-

ждають тѣхъ громадныхъ цифръ, которыя выводили изъ наблюдений надъ отвѣсомъ, а потому онъ скорѣе согласенъ приписать неправильности, наблюдаемыя въ колебаніи отвѣса, вліянію мѣстныхъ горныхъ породъ.

Изъ данныхъ, извѣстныхъ по настоящее время, конечно, нельзя видѣть въ уровнѣ моря величину постоянную; колебанія этого уровня находятся въ зависимости отъ многихъ причинъ и въ томъ числѣ и отъ притяженія воды материкомъ, хотя при этомъ нельзя допустить такой громадной разницы, какъ это принимаютъ некоторые. Съ другой стороны, имѣются факты, доставленные изученiemъ строенія горныхъ кряжей, доказывающіе, что и за земною корою необходимо допустить извѣстную долю подвижности, а съ тѣмъ вмѣстѣ и возможность нарушенія причинами вулканическими того равновѣсія, которое могло установиться въ данной мѣстности между сушою и омывающимъ ее моремъ.

Значеніе вулканическихъ явленій для геологии.

Вулканізмъ во всѣхъ своихъ проявленіяхъ представляетъ крайне важное значеніе для геологии. Вулканы, проявляя свою дѣятельность, постоянно напоминаютъ о громадныхъ запасахъ внутри земли высокой температуры. Вода, просачивающаяся чрезъ горныя породы и теряющаяся такимъ способомъ съ поверхности земли, отчасти снова возвращается вулканами на эту поверхность. Наконецъ, твердый матеріаль дѣятельности вулкановъ, появляясь изъ недръ земли, долженъ постоянно увеличивать земную поверхность. Чтобы видѣть, какъ значительно измѣненіе конфигураціи земной поверхности, обусловленное исключительно дѣятельностью вулкановъ, достаточно взглянуть на массивы Эльбруса и Казбека, представляющіе грандіозное нагроможденіе вулканическихъ продуктовъ, или на громадныя площади Исландіи, покрытые лавовыми потоками или рыхлыми продуктами вулканической дѣятельности, а если прибавить къ этому, что вулканическая дѣятельность присуща землѣ съ начала ея образованія, то, конечно, неудивительно, что значительное количество памятниковъ жизни земли обязано своимъ происхожденіемъ вулканамъ.

Есть еще одна сторона, на которую слѣдуетъ обратить вниманіе. Разнообразные твердые продукты, доставляемые вулканами, хотя и представляютъ значительное различіе минералогического характера, но, тѣмъ не менѣе, всѣ содержать достаточное количество щелочей, а потому доставленіе ихъ на дневную поверхность можетъ дать крайне важный и полезный матеріаль для жизни растеній. Нѣкоторыя мѣстности прямо обнаруживаютъ то значительное вліяніе съ вышеуказанной точки зренія, какое могутъ имѣть продукты изверженія вулкановъ. Достаточно указать на вулканическій округъ Неаполя, въ особенности на окрестности Везувія, чтобы прійти къ такому заключенію. Неплодородныя, обнаженные известковые скалы Аппенинской горной цѣпи въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ Неаполемъ представляютъ рѣзкій контрастъ съ мѣстностями, занятymi лавовыми потоками Везувія. Обильные виноградники

и питомники другихъ культурныхъ растеній часто могутъ служить прямыми указателями тѣхъ мѣстъ, гдѣ нѣкогда проходилъ лавовый потокъ; непосредственно на его поверхности встречаются густую культурную растительность.

Значеніе землетрясеній для геологии уже было указано въ своемъ мѣстѣ (стр. 180), гдѣ говорилось о непосредственныхъ ихъ результатахъ.

Наибольшее значеніе для геологии представляютъ явленія поднятій и опусканій. Извѣстно, напр., что высокіе горные кряжи представляютъ собою опредѣленные пояса или зоны растительности; извѣстно, что въ связи съ ними находится и жизнь животныхъ, а потому малѣйшее нарушение установившихся въ такихъ мѣстахъ условій влечетъ за собою иногда крайне крупныя измѣненія; въ тѣхъ горныхъ кряжахъ, которые, подъ вліяніемъ или опусканій или поднятій, измѣняютъ свою абсолютную высоту, должно произойти измѣненіе и перемѣщеніе составляющихъ ихъ зонъ. Тѣ же высокіе горные кряжи своими пониженіями могутъ открыть плодородныя мѣстности холоднымъ сѣвернымъ вѣтрамъ и этимъ обусловить сильное измѣненіе климата, а вмѣстѣ съ тѣмъ и условій существованія организмовъ. Точно также и поднятіе кряжа, не достигающаго снѣговой линіи, за предѣлы этой послѣдней, можетъ вызвать появленіе ледниковъ, которые, спускаясь часто много ниже снѣговой линіи, должны вліять своею массою на охлажденіе климата.

Опусканіе и поднятіе земной поверхности часто могутъ обнаруживать свое вліяніе на мѣстности, сравнительно отдаленные отъ тѣхъ, гдѣ наблюдается подобного рода явленіе. Какъ примѣръ, можно привести объясненіе Эшера-фантъ-деръ-Линта и Дезора, данное этими учеными для нѣкогда бывшаго и значительного оледенѣнія Альпъ. Изученіе альпійскихъ ледниковъ уже давно обнаружило, что сравнительно недавно эти ледники пользовались гораздо большимъ распространеніемъ, чѣмъ нынѣ. Наблюденіе надъ современными ледниками также давно показало, что теплые экваторіальные вѣтры (по преимуществу сирокко) сильно способствуютъ таянію нынѣшнихъ ледниковъ. Если эти вѣтры господствуютъ въ теченіе нѣсколькихъ дней, то теплый, приносимый ими, воздухъ настолько сильно дѣйствуетъ на ледники Альпъ, что эти послѣдніе своимъ таяніемъ вызываютъ обильныя наводненія рѣкъ, берущихъ изъ-подъ нихъ начало. Такъ какъ нынѣ такими теплыми вѣтрами обусловлено сильное таяніе ледниковъ и такъ какъ своимъ происхожденіемъ эти теплые вѣтры обязаны Сахарѣ, то очевидно, что и въ своихъ объясненіяхъ вышеупомянутые ученые старались искать причину нѣкогда бывшаго болѣе сильного развитія въ Альпахъ ледниковъ въ зависимости отъ состоянія Сахары. Изученіе этой страны уже давно подавало поводъ считать ее еще недавнимъ дномъ моря. Въ пользу этого приводили: 1) пески, которые покрываютъ Сахару и въ которыхъ найдены раковины современныхъ морскихъ моллюсковъ; 2) присутствіе въ этой пустынѣ соляныхъ озеръ — какъ бы послѣднихъ слѣдовъ пребыванія моря и 3) ограниченіе Сахары, какъ съ сѣвера, такъ и съ юга, уступами или террасами, которыя, какъ извѣстно, могли произойти

только на берегу водного бассейна. Эти факты какъ бы подтверждали ту мысль, что Сахара еще недавно находилась подъ уровнемъ воды, а это обстоятельство должно было оказать сильное вліяніе на климатическую условія Альпійской горной цѣпи. При тѣхъ условіяхъ, въ которыхъ нынѣ находится Сахара, солнечные лучи, вертикально падаю, нагрѣваютъ пески пустыни, а отъ нихъ и воздухъ. Этотъ послѣдній, подчиняясь законамъ воздушныхъ теченій, будетъ направляться къ полусамъ, проходя надъ Средиземнымъ моремъ. Здѣсь теплый и сухой воздухъ можетъ заимствовать только ничтожное количество влаги и приходить къ горамъ въ видѣ теплого и сухого воздушного теченія. Встрѣчая на пути своего движенія Альпы, онъ отклоняется этими послѣдними въ болѣе высокіе и холодные слои атмосферы. Прямымъ результатомъ этого отклоненія и будетъ то обильное таяніе альпійскихъ ледниковъ, которое наблюдается при продолжительныхъ южныхъ вѣтрахъ. Представимъ тотъ случай, когда поверхность Сахары опустится подъ уровень моря. Вертикально падающіе подъ экваторомъ лучи солнца, встрѣтивъ здѣсь поверхность воды, конечно, будутъ нагрѣвать ее и обращать часть ея въ парообразное состояніе. Такой переходъ воды изъ жидкаго въ парообразное состояніе, какъ известно, переводить часть теплоты въ скрытое состояніе. Теплое воздушное теченіе, здѣсь образующееся, уже является въ достаточной степени охлажденнымъ и обогащеннымъ водянымъ паромъ, а проходя надъ остальнымъ пространствомъ Сахары, покрытымъ моремъ, и надъ поверхностью Средиземного моря, оно должноносить къ Альпамъ громадные запасы атмосферной влаги, которая и могла питать тѣ громадные ледники, которые существовали нѣкогда въ Альпахъ. Итакъ, допустивъ, что сравнительно недавно Сахара находилась подъ уровнемъ моря, а затѣмъ была выведена поднятіемъ изъ-подъ этого послѣдняго, можно вполнѣ удовлетворительно объяснить тѣ грандиозныя измѣненія, которыя замѣчены въ Альпахъ *).

Теплое морское теченіе Гольфштремъ, нагрѣтое до 30° Ц., выходя изъ Мексиканского залива, отклоняется, въ силу закона Бера, къ востоку и встрѣчаетъ здѣсь западные берега Европы. Извѣстно, что одинъ кубический футъ воды при охлажденіи на 1° Ц. способенъ нагрѣть 3,300 куб. ф. воздуха на одинъ градусъ. Понятно поэтому, что Гольфштремъ долженъ крайне благотворно дѣйствовать на климатъ западной Европы, и ничѣмъ инымъ нельзя объяснить то, что граница винограда отодвинута въ западной Европѣ почти на десять градусовъ къ сѣверу сравнительно съ Сѣверной Америкой. Точно также только Гольфштрему должно приписать, что средняя годовая температура западнаго побережья Франціи, подъ широтою г. Вѣны, достигаеть 11° Ц.

*.) Въ послѣднее время, благодаря новѣйшей работѣ Циттеля, въ значительной степени поколеблено мнѣніе Эшера и Дезора. Циттель показалъ, что если Сахара и была сравнительно недавно покрыта моремъ, то на крайне незначительной площади, потому что большая часть ея покрыта третичными и мѣловыми образованиями.

тогда какъ подъ тою же широтою въ Сѣверной Америкѣ, не омываемой теплымъ теченiemъ, всего 0° Ц. Если представить, что на пути движенія Гольфштрема къ берегамъ Западной Европы дно Атлантическаго океана подвергнется медленному поднятію, это постепенно выступающее дно должно встрѣтить Гольфштремъ и отклонить его отъ береговъ Зап. Европы, а съ тѣмъ вмѣстѣ лишить эту послѣднюю той согрѣвающей силы, благодаря которой она пользуется такими превосходными климатическими условіями. Уничтоженіе ихъ повлечетъ за собою и отодвиганіе современной растительности къ югу, а за нею должна послѣдовать и фауна.

До сихъ поръ приводились отдѣльные случаи, на которыхъ дѣлались попытки показать важность явлений опусканій и поднятій мѣстностей. Современные явленія поднятій, захватывающія такія громадныя площади, какъ Скандинавія и весь сѣверъ Европ. и Азіат. Россіи, а равно и опусканій, захватывающихъ собою почти всю поверхность Тихаго океана, вполнѣ убѣдительно свидѣтельствуютъ, что на громадныхъ пространствахъ земной поверхности, въ широкомъ масштабѣ, можетъ быть и понынѣ наблюдаемъ обмѣнъ между сушею и моремъ. Поэтому весьма вероятно, что можетъ представиться случай, когда, при сохраненіи тѣхъ же отношеній между сушею и моремъ, какія наблюдаются и нынѣ, всѣ материки сосредоточатся у полюсовъ, а моря — подъ экваторомъ. Придерживаясь того же разсужденія, которое принимали для объясненія нѣкогда бывшихъ громадныхъ ледниковыхъ Альпъ, должно будетъ прійти къ заключенію, что предположенное распределеніе материковъ и морей вызоветъ наибольшее напряженіе холода по всей земной поверхности. Теплые воздушныя теченія, зарождающіяся подъ экваторомъ, найдутъ на своеемъ пути обширную поверхность моря, въ значительной степени будутъ охлаждены этой послѣдней и обогащены водяными парами. Проходя затѣмъ надъ поверхностью моря далѣе, они еще болѣе поглотятъ влаги и дойдутъ до материковъ, лежащихъ въ странахъ полярныхъ, изобилуя атмосферными осадками. Эти послѣдніе своимъ скопленіемъ вызовутъ образованіе обширныхъ и мощныхъ ледниковыхъ или, можетъ быть, и общаго ледниковаго покрова. Въ томъ и другомъ случаѣ сползаніе въ море массы льда будетъ давать начало плавающимъ ледяннымъ горамъ, которая, разъ получивъ толчекъ, будутъ разноситься далеко по его поверхности и, въ свою очередь, вліять на пониженіе температуры воздуха.

Если взять другой крайній случай и предположить, что всѣ материки сосредоточатся подъ экваторомъ, а всѣ моря въ странахъ холодныхъ, то при этомъ условіи климатъ по всей земной поверхности будетъ теплый и влажный, т.-е. будутъ достигнуты климатическая условія, діаметрально противоположныя тѣмъ, которая имѣли бы мѣсто при сосредоточеніи материковъ въ странахъ холодныхъ.

Изученіе твердой земной поверхности вполнѣ убѣждаетъ въ томъ, что обмѣнъ между сушею и моремъ совершался и въ предшествующія

геологической эпохи. На высокихъ горахъ находять часто морскія отложения, переполненные организмами, — вся поверхность суши главнымъ образомъ состоить изъ водныхъ отложенийъ различныхъ геологическихъ эпохъ, а эти послѣднія могли сдѣлаться сушою только вслѣдствіе выступація дна моря изъ-подъ уровня этого послѣдняго. Нахожденіе морскихъ образованій на высотахъ, иногда достигающихъ 4,500 метровъ надъ уровнемъ моря, вполнѣ убѣждаетъ въ томъ, что со времени отложенія этихъ образованій явленіе поднятія вывело эти осадки на столь значительную абсолютную высоту. Какъ въ наиболѣе древнихъ памятникахъ жизни нашей планеты, такъ и въ самыхъ новѣйшихъ, можно видѣть цѣлый рядъ крайне разнообразныхъ соотношеній между осадками. То на морскіе слои налегаютъ слои солоноватыхъ водъ, переходящіе постепенно кверху въ прѣсноводные, то на осадки солоноватыхъ водъ снова налегаютъ морскіе и т. д. Такія взаимныя отношенія можно объяснить только какъ слѣдствіе опусканій и поднятій.

Изученіе памятниковъ жизни земли, какъ подробнѣе увидимъ далѣе, даетъ возможность реставрировать материки и моря опредѣленныхъ геологическихъ эпохъ, а сравненіе такихъ реставрировокъ между собою приводить къ заключенію, что сдѣланное предположеніе о послѣдствіяхъ сосредоточенія материковъ у полюсовъ или у экватора нисколько не преувеличено. Между этими двумя крайностями возможно много промежуточныхъ состояній. Такія-то промежуточныя фазы и находять при реставрировкѣ распределенія древнихъ материковъ и морей, а въ зависимости отъ этого указанія на крайне разнообразныя измѣненія климатическихъ условій.

Если въ геологической дѣятельности атмосферы и воды преобладаетъ пивеллирующее начало, то въ вулканическихъ явленіяхъ надо видѣть наиболѣе энергичнаго ихъ антагониста. Во всѣхъ своихъ проявленіяхъ вулканізмъ стремится нарушить то однообразіе, которое обусловливаетъ геологическая дѣятельность атмосферы и воды, и современное состояніе нашей планеты есть выраженіе той борьбы, которая ведется между этими наиболѣе значительными ея геологическими дѣятельностями. Что конецъ этой борьбы еще далекъ, что и въ современную геологическую эпоху она выражается еще весьма рельефно, объ этомъ свидѣтельствуютъ понынѣ высоко поднимающіяся горы и глубокія низины, наблюдаемыя въ видѣ грандіозныхъ глубинъ на днѣ океана, доказывающія, что результаты геологической дѣятельности атмосферы и воды еще далеко не привели къ тому однообразію, которое должно было бы наблюдаваться, еслибы только онѣ однѣ дѣйствовали на земную поверхность.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДѢЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗМОВЪ.

Вліяніе растеній на измѣненіе земной поверхности.

Жизнедѣятельность растеній можетъ въ значительной степени вдіять на земную поверхность. Съ одной стороны она обусловливаетъ извѣстныя измѣненія поверхностныхъ горныхъ породъ, съ другой стороны остатки растеній могутъ отлагаться въ низинахъ и котловинахъ въ болѣе или менѣе значительныхъ массахъ и въ различной степени разложенія. Въ послѣднемъ случаѣ представляется возможнымъ отличать отложенія, происшедшія изъ наземныхъ и водныхъ растеній, а потому, для болѣе подробного знакомства съ жизнедѣятельностью растеній необходимо разсмотрѣть образование почвъ, болотъ и торфяниковъ, скопленіе наземныхъ растеній въ рѣкахъ и озерахъ и скопленіе растительныхъ остатковъ въ моряхъ и океанахъ.

Разложение растеній на воздухѣ и въ водѣ.

Прежде чѣмъ перейти къ специальному разсмотрѣнію жизнедѣятельности растеній въ отдѣльныхъ вышеупомянутыхъ случаяхъ, необходимо остановиться на весьма важномъ вопросѣ о томъ, какимъ процессомъ подвергается растеніе въ томъ случаѣ, когда оно прекратило свое существованіе.

Нужно замѣтить, что въ разложеніи растенія наблюдается довольно крупное различіе, въ зависимости отъ того—погибло ли оно на открытомъ воздухѣ, или въ землѣ, или въ водѣ. Такъ какъ всякое растеніе состоитъ изъ углерода, водорода, кислорода, азота и минеральныхъ веществъ или золы, то въ случаѣ гибели растенія на открытомъ воздухѣ, подъ вліяніемъ кислорода этого послѣдняго, происходитъ образованіе ряда газообразныхъ продуктовъ, которые смѣшиваются съ атмосферою, и въ концѣ концовъ отъ растенія остается только зола. Когда растеніе гибнетъ, покрываясь землею, можно отличить два рѣзко обособленныхъ случая: одинъ—въ климатѣ сухомъ, другой—во влажномъ. Въ первомъ изъ этихъ случаевъ ходъ разложенія растенія представитъ полное подобіе ходу разложенія растеній на открытомъ воздухѣ,—все органиче-

ское вещество растеній будетъ сгорать. Второй случай, наоборотъ, представляетъ подобіе ходу разложения растеній въ водѣ, а потому прежде и надо разсмотрѣть наиболѣе чистый ходъ разложения растеній, защищенныхъ отъ атмосферы слоемъ воды.

Различныя воды хотя и содержать въ растворѣ составныя части воздуха, но, какъ извѣстно, въ небольшомъ количествѣ (на 100 объемовъ морской воды всего 2,06% воздуха). Кислородъ, растворенный въ водѣ, конечно, долженъ обнаружить свое окисляющее дѣйствие на погибшій растительный организмъ и этотъ послѣдній будетъ отчасти подвергаться сгоранію, но дальнѣйшее сгораніе должно произойти на счетъ составныхъ частей самого растенія. На счетъ кислорода и углерода растеній образуется углекислота, на счетъ водорода — углеводороды. Впрочемъ, помимо такого главнаго хода разложения, при этомъ наблюдаются болѣе сложныя явленія: образуется какъ рядъ соединеній индифферентныхъ — ульминъ и гуминъ, такъ и рядъ кислотныхъ продуктовъ — разнообразныхъ гуминовыхъ, креновыхъ, апокреновыхъ, торфяниковыхъ и т. п. кислотъ, растворимыхъ въ видѣ солей въ водѣ. Что дѣйствительно подъ водою растенія разлагаются на счетъ своихъ составныхъ частей, это между прочимъ доказываютъ газы, выдѣляющіеся изъ болотъ, напр. болотный газъ (CH_4), получившій отсюда даже свое наименование. То же можно доказать и другимъ способомъ. Такъ какъ въ растеніи больше всего углерода, то понятно, что, по мѣрѣ соединенія его съ заключающимся въ растеніяхъ кислородомъ и водородомъ, остатокъ, получающійся отъ разложения, долженъ съ теченіемъ времени обогащаться углеродомъ и бѣднѣть кислородомъ и водородомъ. Это предположеніе подтверждается анализами мха и различныхъ торфовъ, взятыхъ изъ одного и того же болота, но съ различныхъ глубинъ, а потому представляющихъ растенія различной древности погребенія.

	Углеродъ.	Водородъ.	Кисло- родъ.	Азотъ.	Зола.
Мохъ (<i>Sphagnum</i>).	49,88	6,54	42,42	1,16	—
Бурый торфъ съ поверхности . .	57,75	5,43	36,06	0,80	2,72
Торфъ съ глубины 2,5 метра . .	62,02	5,21	30,67	2,10	7,42
Черный торфъ съ глубины 4,6 метра.	64,07	5,01	26,87	4,05	9,16

Правильность вышеприведенного заключенія подтверждается еще и другими данными. Въ природѣ встрѣчаются въ различныхъ геологическихъ образованіяхъ породы углерода, обязанныя своимъ происхож-

деніемъ растеніямъ и представляющія всевозможныя степени обѣднѣнія растеній кислородомъ и водородомъ и обогащенія углеродомъ, причемъ такое измѣненіе находится въ связи съ временемъ захороненія растеній, т.-е. породы углерода тѣмъ богаче углеродомъ, чѣмъ древнѣе ихъ происхожденіе.

Растенія, разлагающіяся въ землѣ въ странахъ съ влажнымъ климатомъ, подвергаются почти такимъ же процессамъ, какъ и въ водѣ: образуется гуминъ и ульминъ и рядъ кислотныхъ продуктовъ, которые пропитываютъ собою землю и препятствуютъ произрастанію на ней нѣкоторыхъ растеній. Конечно, между сухимъ и влажнымъ климатомъ существуетъ множество переходовъ, а потому можетъ представиться большое разнообразіе и въ характерѣ разложенія растеній, погребенныхъ въ землѣ. Въ климатахъ средней влажности значительная часть кислотныхъ продуктовъ можетъ сгорѣть, въ силу прониканія въ землю воздуха, и этимъ процессомъ часто обусловливается образованіе весьма плодородныхъ земель.

Разложеніе растеній подъ водою идетъ во всякомъ случаѣ крайне медленно и, конечно, находится въ зависимости и отъ размѣровъ разлагающейся части растенія. Разложеніе стволовъ деревьевъ, извлекаемыхъ изъ воды, показываетъ, что иногда нужно пѣсколько тысячелѣтій для того, чтобы дерево замѣтно обогатилось углеродомъ. Такъ анализъ чернаго дуба, извлеченаго изъ слоеvъ, въ которыхъ рядомъ съ нимъ были найдены одновременный ему по захороненію останки человѣка глубокой доисторической древности — времень каменнаго вѣка, свидѣтельствуетъ, что за это время дубъ обогатился углеродомъ всего на $2,37\%$ и пропорционально этому обѣднѣлъ кислородомъ и водородомъ.

Почвы.

Растительность, селящаяся на поверхности земли, производить въ поверхностныхъ породахъ цѣлый рядъ измѣненій и вызываетъ образованіе особыхъ отложенийъ, генетически связанныхъ съ нижележащими породами и известныхъ подъ именемъ почвъ. Такъ какъ главными образователями почвъ являются растенія, то понятно, что только тѣ горныя породы могутъ дать начало почвамъ, которыя удовлетворяютъ требованиямъ, необходимымъ для жизни растеній. Эти требованія заключаются въ известной разрыхленности горной породы, которая даетъ возможность закрѣпляться корнямъ растеній, и въ содержаніи въ горныхъ породахъ нужныхъ для питания растеній минеральныхъ веществъ, при томъ неизмѣнно въ формѣ, удобоусвояемой растеніями. Первое изъ вышеупомянутыхъ условій можетъ быть крайне различно для различныхъ растеній: лишайники, мхи, верескъ, а также нѣкоторые кустарники ются почти на голыхъ скалахъ, тогда какъ многія травы, изъ нихъ въ особенности злаки, требуютъ тонкоизмельченного материала. Точно также и второе условіе, содержаніе неорганическихъ веществъ, можетъ

представить нѣкоторое разнообразіе, правда, менѣе значительное, чѣмъ въ вышеупомянутомъ случаѣ. Принимая во вниманіе, что для жизни растенія требуются небольшія количества неорганическихъ соединений, можно прійти къ заключенію, что почти всѣ горныя породы, при участіи растеній, способны образовать почвы.

Вышеуказанныя два условія въ коренныхъ горныхъ породахъ приготавляются природою путемъ цѣлого ряда процессовъ. Вліяніемъ составныхъ частей атмосферы, ея температуры, атмосферныхъ осадковъ и стуженіемъ на поверхности земли амміака поверхностные выходы горныхъ породъ разрушаются, разрыхляются, и этимъ открывается возможность закрѣпляться корнямъ растеній. Такое поверхностное разрушеніе, представляя и физическое, и химическое измѣненіе горныхъ породъ, обуславливаетъ также переводъ нѣкоторыхъ минеральныхъ веществъ въ соединенія, удобоусвояемыя растеніями. Такими соединеніями являются водный кремнекислый, сѣрнокислый, углекислый и другія соли щелочныхъ и щелочноземельныхъ металловъ, между которыми главную роль играютъ гидратная соли кремневой кислоты — такъ называемые цеолиты; растворяясь при помощи кислыхъ выѣленій корней растеній, они даютъ этимъ послѣднимъ возможность поглотить изъ нихъ нужные для растенія щелочная и щелочноземельная вещества и въ то же время, не растворяясь въ водѣ, предохраняютъ почву отъ вымытанія изъ нея вышеуказанныхъ веществъ. Кромѣ того цеолиты, обладая способностью обмѣниваться своими основаніями съ другими соединеніями, поглощаютъ изъ этихъ послѣднихъ вещества, полезныя для растеній. Этимъ свойствомъ цеолитовъ, между прочимъ, объясняется способность почвъ поглощать изъ протекающихъ чрезъ нее растворовъ одни вещества и отдавать другія.

Когда на приготовленной для жизнедѣятельности корней горной породѣ поселяется растительность, эта послѣдняя въ свою очередь производить рядъ измѣненій, которыхъ можно назвать собственно почвенными процессами. Растеніе, разъ укрѣпивъ свой корень, сразу становится живымъ посредникомъ между горною породою и атмосферою: съ одной стороны оно извлекаетъ изъ горныхъ породъ и выводить на поверхность земли рядъ минеральныхъ веществъ, съ другой — передаетъ въ почву рядъ органическихъ соединений, приготовленныхъ имъ изъ угольной кислоты подъ вліяніемъ свѣта и солнечной теплоты. Затѣмъ, погибающее растеніе не только возвращаетъ въ горную породу ранѣе поглощенные изъ нея минеральные вещества, переработавъ ихъ въ другую болѣе подвижную форму, но, кромѣ того обогащаетъ горную породу органическимъ веществомъ. Ходъ разложенія растеній въ зависимости отъ влажности или сухости климата принимается, какъ указало выше, различное направленіе. Согласно Тэеру, принято всему комплексу органическихъ, окрашенныхъ въ черный цветъ, соединений, придающихъ почвамъ болѣе или менѣе темный цветъ, давать название гумуса. Понятно, что гумусъ, въ зависимости отъ сухости или влажности климата, долженъ представить громадное разнообразіе своего со-

стava, чѣмъ легко, напр., объяснить происхожденіе почвъ кислыхъ и почти лишенныхъ кислыхъ продуктовъ. При образованіи гумуса, а равно и азотокислыхъ соединеній (нитратовъ), довольно дѣятельное участіе принимаютъ микроорганизмы, а перемѣшиванію и болѣе тѣсному соединенію минеральныхъ веществъ съ органическими способствуютъ и другое болѣе крупные организмы (черви, кроты, суслики и т. д.).

Накопленіе въ почвѣ всѣхъ вышеупомянутыхъ веществъ, въ связи съ дѣятельностью растительныхъ и животныхъ организмовъ, влечетъ за собою еще большее разрыхленіе почвы, дѣлаетъ ее болѣе доступною вліянію атмосферныхъ агентовъ и тѣмъ увеличиваетъ напряженіе процесса вывѣтриванія. Чѣмъ болѣе почва находится подъ растительностью, тѣмъ болѣе она приспособлена къ жизнедѣятельности растеній и дѣлается все болѣе и болѣе доступной разнообразному числу растительныхъ формъ. Первые пionеры растительности—лишайники съ трудомъ извлекаютъ пищу изъ населенныхъ ими скалъ, разъѣдая твердую горную породу только при помощи выдѣляемой имъ корнями щавелевой кислоты. Истлѣвая, лишайники подготовляютъ почву, на которой съ меньшимъ трудомъ могутъ укорениться верескъ и другія неприхотливыя растенія; за ними селятся и кустарники, которые, раскинувшись и углубивъ свои корни въ щели горныхъ породъ, изъ глубины ихъ переводятъ на поверхность земли извѣстную долю питательныхъ веществъ. Усовершенствованная такимъ способомъ почва даетъ возможность произрастать на ней еще болѣе прихотливой растительности. Такимъ путемъ поверхностные выходы горныхъ породъ, сдѣлавшись средою для произрастанія растеній или почвою, становятся вмѣстѣ съ тѣмъ и ареной для борьбы растительныхъ формъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ различного рода растительность, предъявляя почвѣ извѣстныя требования, при исключительномъ своемъ развитіи и благодаря своимъ свойствамъ и характеру, въ свою очередь вліяетъ на строеніе и составъ почвы. Деревья (слѣдовательно и лѣса), посылая свои многослойные корни за поисками пищи въ глубь горныхъ породъ и раскидывая ихъ на сравнительно большія пространства, менѣе способствуютъ накопленію органическихъ веществъ въ поверхностныхъ слояхъ почвы, чѣмъ травянистая растительность, корни которой не углубляются такъ глубоко въ горную породу и не такъ долговѣчны, какъ древесные. Рѣдкіе древесные корни, переплетаясь въ почвѣ между собою, образуютъ рѣдкую сѣтку и разсыпая горную породу въ разнообразныхъ направленіяхъ, обусловливаютъ крупную пористость лѣсной почвы и способность ея дѣлиться на многогранники, извѣстные въ простонародіи подъ именемъ „орѣховъ“. Наоборотъ, корни травянистой растительности, живя ближе къ поверхности, безконечно переплетаясь другъ съ другомъ въ тонкую частую сѣть, при почти ежегодной гибели, способствуютъ, кроме накопленія въ почвѣ гумуса, и тѣсному перемѣшиванію органическихъ соединеній съ минеральными; поэтому травянистая почвы—типомъ которыхъ служатъ степные почвы, и въ особенности черноземъ—однороднѣе лѣсныхъ и богаче ихъ гумусомъ.

На основаніи вышесказанного легко прійти къ заключенію, что

активнымъ почвообразователемъ является растительность, а пассивнымъ — горная порода. Отъ разнообразныхъ сочетаній этихъ двухъ почвообразователей и зависитъ главнымъ образомъ разнообразіе почвъ. Сообразно коренной породѣ, изъ которой произошли почвы, можно въ нихъ различать: глинистая, песчаная, супесчаная, известковая, рукальковая и т. д.; согласно растительности — лѣсная, степная почвы и т. д. Впрочемъ, этимъ еще далеко не исчерпывается разнообразіе почвъ, потому что характеръ первыхъ двухъ почвообразователей находится въ большой зависимости отъ климата и рельефа мѣстности, а потому при разсмотрѣніи вопроса о происхожденіи почвъ нужно вводить и этихъ хотя второстепенныхъ, но важныхъ дѣятелей — климатъ и рельефъ мѣстности. Точно также, принимая во вниманіе, что свойство почвы измѣняется съ течениемъ времени, нужно имѣть въ виду еще и коэффиціентъ — возрастъ почвъ. Впрочемъ, накопленіе въ почвахъ гумуса, а равно и характеръ выѣтританія имѣютъ извѣстный предѣлъ, при которомъ количество выѣляемыхъ изъ почвы и вносимыхъ въ почву веществъ будетъ между собою въ равновѣсіи.

Такъ какъ значительная поверхность земли представляетъ, за малымъ исключеніемъ, условія благопріятныя для образованія почвъ, то за этими послѣдними должно признать одно изъ выдающихся геологическихъ образованій, хотя и не пользующееся значительной мощностью, но зато необыкновенно широкимъ распространеніемъ. Почвы не образуются только тамъ, где накапливаемое растеніями органическое вещество способно сгорѣть въ теченіе лѣта, — въ такихъ мѣстахъ для рыхлыхъ горныхъ породъ открывается возможность передвиженія ихъ атмосферою и образованія уже знакомыхъ дюнныхъ отложений — такую картину, между прочимъ, представляютъ юго-восточные степи Европ. Россіи, Сахара и др.

БОЛОТА И ТОРФЯНИКИ.

Болота образуются обыкновенно въ стоячихъ водахъ, хотя и слабое теченіе не препятствуетъ ихъ образованію. Стоячая вода первоначально покрывается водорослями, представляющими въ видѣ зеленої пленки, плавающей на поверхности, причемъ у береговъ стоячаго бассейна онѣ скапливаются въ наибольшемъ количествѣ. Когда поверхность затянутся болѣе или менѣе плотною пленкою изъ водорослей, на ней селится мохъ, который обладаетъ способностью, отмирая нижними частями, возрастать верхними. Отгнивающія нижнія части падаютъ на дно, и такимъ способомъ мало-по-малу бассейнъ начинаетъ наполняться разлагающимися органическими веществами какъ сверху, такъ и снизу. Мхи, въ свою очередь, образуютъ почву для высшихъ растеній, и почва эта, уплотняющаяся отъ давленія и переплетанія мховъ, даетъ возможность рости хвощамъ, осокѣ, камышу, пушкицѣ и др. Въ нашихъ широтахъ роль пионеровъ, отвоевывающихъ шагъ за шагомъ у водного

бассейна участки его поверхности, играютъ: вехъ ядовитый, сабельникъ, вѣйникъ, болотный щавель и др. Послѣ этихъ растеній, своими остатками еще болѣе увеличившихъ растительный слой, появляются кустарники, а за кустарниками даже деревья. Корни деревьевъ, проходя сквозь почву, дающую имъ опору, достигаютъ, наконецъ, воды и начинаютъ подгнивать. Пораженное гнилымъ дерево скоро засыхаетъ, часто валится вѣтрами и, разлагаясь, своими остатками увеличиваетъ растительную массу. Случается иногда, что дерево, когда оно достигнетъ значительныхъ размѣровъ, проваливается въ глубь водного бассейна, давшаго начало болоту, потому что поверхностный слой не въ состояніи выдержать тяжести этого дерева. Такимъ образомъ, водный бассейнъ постепенно заполняется растительными остатками, образуя торфяникъ. Что именно таковъ постепенный ходъ образованія болотъ и торфяниковъ, въ этомъ убѣждаетъ изученіе торфяниковъ сѣверной Россіи — Финляндіи и Олонецкой губерніи. Здѣсь можно наблюдать ихъ въ различныхъ фазахъ развитія: то встрѣчается еще настоящее озеро съ каемкой изъ мохового покрова по берегамъ, то озеро болѣе или менѣе затянуто и только по серединѣ осталось немного воды, то оно уже сплошь покрыто растительностью и лишь въ центрѣ масса еще недостаточно плотна; наконецъ, встрѣчаются бывшія озера, уже покрытыя лѣсомъ. Въ такихъ мѣстахъ деревья могутъ служить признакомъ, вполнѣ ли оплотнѣть торфяникъ, или подъ нимъ еще сохранилось значительное количество воды; въ этомъ послѣднемъ случаѣ деревья, стоящія ближе къ центру болота, являются засохшими. Толщина торфяниковъ достигаетъ иногда значительныхъ размѣровъ: извѣстны торфяники въ 24,6 метра мощности. Въ той фазѣ образованія болота, когда не вся поверхность покрыта растительностью, надвигающійся покровъ, достигающій иногда въ толщину до одного метра, можетъ во время бури и волненія на озерѣ отрываться и давать начало плавающимъ торфянымъ островамъ.

Торфъ представляетъ остатки невполнѣ разложившихся растеній. Разложеніе здѣсь, повидимому, останавливается на той фазѣ, когда продуктами его являются разнообразныя органическія кислоты: гуминовая, креновая, апокреновая, торфяниковая и др., окончательно оно, однако, не прекращается, такъ какъ газы выдѣляются изъ болотъ постоянно и иногда въ весьма значительномъ количествѣ, притомъ даже довольно низкія температуры не останавливаютъ ихъ выдѣленія. На присутствіе кислотныхъ продуктовъ въ послѣднее время обратили вниманіе потому, что ими думали объяснить свойство торфа предохранять различныя тѣла отъ разложенія, а этимъ свойствомъ онъ обладаетъ въ высокой степени. Въ тропическихъ странахъ торфяники находятъ весьма рѣдко, но количество ихъ увеличивается по мѣрѣ удаленія отъ тропиковъ. Объяснить это возможно только тѣмъ, что въ умѣренныхъ странахъ процессъ образования болотъ идетъ гораздо энергичнѣе, такъ какъ тамъ не такъ сильно испареніе, а кромѣ того и морозъ способствуетъ тому, что разложеніе растительныхъ остатковъ не идетъ до конца, между тѣмъ, какъ тепло

благопріятствуетъ полному ихъ сгоранію. Въ теплыхъ и сухихъ мѣстностяхъ разложеніе углеродистыхъ соединеній на счетъ кислорода воздуха идетъ энергично, и происшедшія кислоты превращаются, сгорая, въ углекислоту и окись углерода, какъ окончательные продукты окисленія. Въ Ирландіи, гдѣ торфяники занимаютъ $\frac{1}{10}$ часть всей страны, въ Англіи, Голландіи и на сѣверѣ Россіи можно видѣть массу торфяниковъ. Вся сѣверная Сибирь представляетъ почти сплошной торфяникъ. Торфяники находятся и въ южномъ полушаріи, на Огненной землѣ, только материаломъ для нихъ послужили не одни мхи, а почти всѣ мѣстныя растенія, даже травы и, по мнѣнію Дарвина, преимущественно *Astelia pumila*.

Быстроота роста торфяниковъ бываетъ чрезвычайно различна; такъ, напримѣръ, голландскій ученый Ванъ Марумъ утверждаетъ, что торфяникъ утолщается на 1,2 метра въ одинъ годъ; но въ Бременскихъ болотахъ наростаніе идетъ много медленнѣе. Изъ указаній различныхъ наблюдателей, производившихъ измѣренія быстроты наростанія торфа болотъ въ различныхъ мѣстностяхъ, можно прійти къ заключенію, что средняя годовая величина прироста колеблется въ предѣлахъ отъ 0,061 до 0,026 метровъ.

Различные остатки, сохранившіеся въ залежахъ торфа, даютъ нѣкоторую возможность судить о древности послѣднихъ, а слѣдовательно, и о быстротѣ, съ какою нарастаетъ торфъ. Въ Тирольѣ, напримѣръ, подъ торфомъ, на глубинѣ 1,2 метра, была открыта большая римская дорога; въ Англіи, на глубинѣ 2,4 метра, найдены сооруженія, относящіяся ко времени владычества римлянъ; въ Нидерландахъ подъ слоемъ торфа въ 1,2 метра толщиной найденъ деревянный мостъ временъ императора Германника. На берегахъ р. Лены найденъ въ торфѣ трупъ мамонта, жившаго на землѣ тогда еще, когда человѣкъ не зналъ другихъ оружій и орудій, кромѣ каменныхъ.

Первое и главное условіе образованія торфяниковъ составляетъ присутствіе стоячей воды. Поэтому торфъ образуется въ котловинахъ, дно которыхъ состоитъ изъ твердыхъ кристаллическихъ породъ или глинъ, не пропускающихъ воду. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ иногда можно бываетъ осушить торфяникъ, не только спуская его воды въ мѣста болѣе низменныя, но и артезіанскимъ буреніемъ, если къ тому представляются благопріятныя условія. Для этого необходимо, чтобы подъ дномъ болота находились слои, способные насыщаться водою, которая такимъ способомъ и будетъ удалена изъ торфяника. Среди гранитовъ и гнейсовъ часто встрѣчаются торфяники. Нужно замѣтить, что въ такихъ странахъ осущеніе болотъ затруднительно, потому что кристаллическія породы представляютъ значительныя препятствія для работъ при спускѣ воды изъ мѣстъ возвышенныхъ въ мѣста низменныя. На обширной площади Скандинавіи торфяники находятся среди скаль, въ котловинахъ горныхъ породъ. Замѣчательны торфяники Финляндіи и Олонецкой губерніи, которые тоже расположены на кристаллическихъ породахъ. Они весьма различны по величинѣ и лежать на различныхъ

высотахъ. Благопріятныя условія для образованія торфяниковъ могутъ существовать и по берегамъ морей, озеръ и даже рѣкъ. Къ берегамъ морей и озеръ волненіями, а къ первымъ и приливами, приносится песокъ, иль и др. твердая вещества, которая отлагаются на побережья въ видѣ валовъ. Эти валы, преграждая стокъ атмосферной водѣ, обусловливаютъ ея застаиванье и образованіе болотъ и торфяниковъ. По берегамъ Финскаго залива можно видѣть многочисленные примѣры такихъ торфяниковъ. По берегамъ рѣкъ торфяники образуются отъ того, что во время половодья, при разливахъ, рѣки оставляютъ на самомъ берегу часть несомаго ими осадка и, такимъ образомъ, мало-по-малу, повышаютъ самый берегъ, тогда какъ за нимъ остается низина; вода во время половодья, попадая въ эту низину, уже не можетъ стечь обратно, когда рѣка входитъ въ свои берега, и въ скоромъ времени образуется здѣсь болото. Такимъ путемъ, повидимому, образовались извѣстныя Пинскія болота. Мѣстомъ образования торфяниковъ можетъ также служить нижній конецъ ледника и выходы ключей, находящихся на склонахъ горы, потому что какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ являются благопріятныя условія для жизни мховъ. По способности впитывать воду, торфъ сходенъ съ обыкновенной губкой, а потому нерѣдко, напитавшись дождевой водой, торфяникъ вздувается въ средней своей части — происходит выпуклый торфяникъ. Случается, что вздувшийся торфяникъ разрывается и при этомъ изъ него по склону горы (если это произошло съ выпуклымъ торфяникомъ) вытекаетъ масса грязнаго ила, причиняя значительный вредъ окрестной мѣстности. Въ Ирландіи болото Файэрлохъ послѣ сильныхъ дождей, продолжавшихся 11 дней, вздулось на 9 метровъ и, наконецъ, лопнуло, образовавъ значительный мутный потокъ, залившій окрестную мѣстность. Въ Ирландіи же, близъ Фуммора, были залиты подобнымъ иломъ 300 акровъ земли.

При разработкѣ торфа иногда находять на различныхъ глубинахъ цѣлые деревья вполнѣ сохранившіяся и вообще подвергшіяся крайне слабому разложенію. Нахожденіе древесной растительности въ торфяникахъ важно въ томъ отношеніи, что даетъ возможность судить объ измѣненіи климата данной мѣстности въ различные геологические периоды.

СКОПЛЕНИЕ НАЗЕМНЫХЪ РАСТЕНИЙ РѢКАМИ.

Большія рѣки, въ особенности вскрывающіяся въ верховьяхъ раньше, чѣмъ въ низовьяхъ, во время половодья способны забирать съ собою громадное количество растительного материала. Достаточно сказать, что одна Миссисипи выносить въ море ежегодно около 1,109 миллионовъ куб. метровъ дерева. Иногда сносятся водой цѣлые рощи. Хотя удѣльный вѣсъ дерева больше воды, но оно можетъ плавать на поверхности послѣдней благодаря громадному количеству поръ, выполненныхъ воздухомъ. Если рѣка на пути своего движенія къ морю проносить этотъ материалъ чрезъ озеро, то въ послѣднемъ можетъ произойти значитель-

ное скоплениe деревьевъ, плавающихъ на поверхности воды. На такихъ сплоченныхъ деревьяхъ могутъ селиться другія растенія и этимъ путемъ образуются плавающіе острова, которыми богаты нѣкоторыя американскія озера, напр., Невольничье и др. Если же рѣка на своемъ пути не протекаетъ озера, то часть материала она выносить въ море, гдѣ деревья и плаваютъ до тѣхъ поръ, пока не потонуть. Если же недалеко отъ устья рѣки проходитъ теченіе, то оно захватываетъ деревья и переносить ихъ иногда на значительныя разстоянія. Такъ, около Новой земли можно встрѣтить бамбукъ или плоды деревьевъ, растущихъ въ южной части С. Америки; нахожденіе ихъ здѣсь, понятно, нельзя объяснить ничѣмъ инымъ, какъ дѣятельностью Гольфштрема. Слѣдовательно, морскія теченія оказываютъ громадную помощь для переноски материала по морю. Что моремъ переносится много лѣса, въ этомъ убѣжддаютъ описанія путешественниковъ въ арктическихъ странахъ. Оказывается, что Исландія доставляетъ материалъ для топлива исключительно море. Карль Фохтъ, въ свое мѣсто путешествіи на сѣверъ, описываетъ берега острова Янъ-Майена, у которыхъ ему удалось наблюдать громадное скоплениe деревьевъ, иногда какъ бы наслоенныхъ другъ на друга. Онъ такъ пораженъ громаднымъ количествомъ лѣса, пропадающаго безполезно въ побережьяхъ сѣверныхъ странъ, что предлагалъ снаряжать особую экспедицію для его эксплуатациі. Лордъ Дюфферинъ, описывая побережья Шпицбергена, указываетъ на обширныя береговыя площади, занятые лѣсомъ, принесеннымъ моремъ въ эту совершенно безлѣсную страну.

Сибирскія сѣверныя рѣки выносятъ громадное количество плавающаго лѣса, который частью скапливается въ значительныхъ массахъ по берегамъ и извѣстенъ подъ именемъ лѣса Адама и Ноя, или прямо „Адамовщины“ или „Ноевщины“, частью выносится въ море и, попадая въ морскія теченія, достигаетъ даже архипелага Франца Іосифа и др. отдаленныхъ мѣстностей.

Если дерево находится въ водѣ продолжительное время, то оно постепенно пропитывается водою и падаетъ на дно. Какъ въ руслѣ, такъ особенно при устьяхъ рѣкъ, выносящихъ большое количество деревьевъ, такимъ способомъ можетъ произойти скоплениe значительного количества растительного материала, чemu, между прочимъ, хорошимъ примѣромъ служитъ р. Мекензи, на значительномъ протяженіи заваленная деревьями и ихъ корнями, составляющими существенное препятствіе для судоходства.

СКОПЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХЪ ОСТАТКОВЪ ВЪ ОЗЕРАХЪ, МОРЯХЪ И ОКЕАНАХЪ.

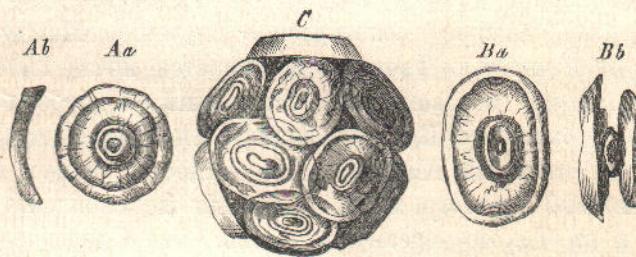
На днѣ крупныхъ водныхъ бассейновъ живетъ большое количество растительныхъ организмовъ, которые могутъ также обусловить скоплениe растительныхъ остатковъ на морскомъ днѣ. Эти скопленія должны

быть очень значительны, потому что и самая подводная растительность поражаетъ своими размѣрами. Въ моряхъ и океанахъ она образуетъ или поля, плавающія по поверхности, или полосы, вытянутыя параллельно берегамъ острововъ или материковъ. Особенno большой интересъ въ этомъ отношеніи представляютъ фукусы и ламинаріи, растущіе на глубинахъ 24—30 метровъ. У британскихъ острововъ такихъ водорослей насчитываются до 370 видовъ, относящихся къ 105 родамъ. При изученіи распространенія организмовъ въ водныхъ бассейнахъ было обнаружено, что ламинаріи занимаютъ собою обширную прибрежную полосу, которую Форбесъ даже назвалъ полосою ламинарій. Такія зоны, состоящія изъ *Fucus nodosus* и *vesiculosus*, наблюдаются по берегамъ Шотландіи и Ирландіи. Размѣры водорослей поразительны. *Laminaria saccharina* и *digitata* достигаютъ 4—6,5 метровъ длины и толщиной бываютъ въ руку человѣка. Въ Атлантическомъ и Тихомъ океанахъ встречаются исполинскія аларіи до 12 метр. длины, при нѣсколькихъ—ширины. Исполинскій *Fucus giganteus* наблюдалъ Дарвинъ у Огненной Земли. Кукъ близъ земли Кергуэль описываетъ фукусы отъ 7 до 18 метровъ. Мейенъ нашелъ водоросли до 60 метровъ длины. Если принять во вниманіе громадность скопленій такихъ водорослей въ океанѣ, то необходимо признать въ нихъ важное геологическое значеніе. Между Азорскими островами и оконечностью Флориды помѣщается почти сплошное поле, состоящее главнымъ образомъ изъ скопленій водоросли *Sargassum vacciferum*, представившее Колумбу значительное препятствіе при его путешествіи для открытія Америки. Поверхность такихъ полей опредѣляется въ 40,000 кв. геогр. миль. Подобная же скопленія водорослей встречаются и въ Тихомъ океанѣ (къ сѣв. отъ Сандвичевыхъ острововъ и близъ Алеутскихъ и Курильскихъ). Во Франціи ежегодно обрабатывается до 3 милл. килограммовъ золы фукусовъ для добыванія юда, а въ Шотландіи это количество еще больше. На Аркадскихъ островахъ около 20,000 жителей занимаются добычею водорослей, изъ которыхъ приготовляютъ соду.

Кромѣ скопленія на днѣ водныхъ бассейновъ органическаго материала, нѣкоторыя растенія способствуютъ образованію осадковъ и путемъ отложенія минеральныхъ веществъ. Къ такимъ принадлежать, напр., известковыя и кремневыя водоросли. Извѣстно, что нѣкоторыя водоросли обладаютъ твердыми отложеніями, то состоящими изъ углекислой извести, то изъ кремнезема. Среди водорослей съ известковыми отложеніями заслуживаютъ особаго вниманія: коккосфера и рабдосфера — организмы пелагическіе, положеніе которыхъ въ системѣ водорослей еще мало изучено и которые еще недавно приписывались проблематическому батибю. Умирая, они распадаются на тѣ мельчайшія тѣльца, присутствіе которыхъ въ глубоководныхъ осадкахъ извѣстно давно, и которыя получили название кокколитовъ, ціатолитовъ, рабдолитовъ, дисколитовъ, и т. д. (фиг. 125). Особенно ихъ много въ такъ называемомъ глобигериновомъ илу, хотя они найдены и въ другихъ глубинныхъ отложеніяхъ. Они встречаются въ горныхъ породахъ, со-

отвѣтствующихъ глобигериновому илу, какъ напр., въ бѣломъ мѣлу и т. д. Кромѣ этихъ организмовъ известковыми отложеніями обладаютъ также нуллипоры и сифонеи.

Среди сине-зеленыхъ водорослей образованіе известковыхъ выдѣленій доказано для некоторыхъ *Rivularia*, а среди зеленыхъ — для такъ называемыхъ, *Dasycladeae*. Скелетъ этихъ водорослей состоить изъ полыхъ цилиндриковъ, бочечковъ, трубочекъ и другихъ образованій полыхъ внутри и со стѣнками, продырвленными цѣлою системою каналовъ и полостей. Послѣ смерти растенія, членники эти распадаются и постепеннымъ скопленіемъ своимъ образуютъ цѣлые слои. Въ настоящее время, за немногими исключеніями, *Dasycladeae* живутъ только въ южныхъ моряхъ, а потому мало еще извѣстно объ условіяхъ ихъ нахожденія. Въ Средиземномъ морѣ извѣстенъ только одинъ родъ *Acetabularia* въ видѣ маленькихъ зонтичковъ на известковой ножкѣ. Остатки этого рода были найдены въ громадномъ количествѣ въ міоценовыхъ пластахъ Крыма, гдѣ изъ нихъ близъ Севастополя состоять цѣлые слои известняковъ. Многочисленные виды эоценовыхъ и мезозойскихъ *Dasy-*



Фиг. 125. Извѣстковые отложенія, относимыя къ водорослямъ. Аа—дисколитъ, Аб—онъ же съ боку, Ва—циатолитъ, Вб—онъ же съ боку, С—коккосфера.

cladeae считались прежде за остатки корнепожекъ. Среди тріасовыхъ отложений Алпъ роды *Dactylopora*, *Gyroporella* и др. образуютъ известковые толщи, называемыя по имени образующихъ ихъ водорослей.

Междудо флоридеями значительную роль въ скопленіи углекислой извести играютъ такъ называемыя нуллипоры (*Lithothamnium*). Онѣ образуютъ на днѣ моря, на глубинѣ, начиная съ 100 метровъ, обширные луга, отличающіеся необыкновенно богатымъ населеніемъ. По изслѣдованіямъ Вальтера, въ Неаполитанскомъ заливѣ и въ настоящее время идетъ превращеніе нуллипоровыхъ скопленій въ плотный безструктурный известнякъ благодаря дѣйствию свободной углекислоты, развивающейся вслѣдствіе разложенія органическихъ веществъ водорослей. Понятно, что такія банки нуллипоръ по осушеніи могутъ дать мѣсто образованію мощныхъ пластовъ известняка, какіе дѣйствительно и встречаются довольно часто среди осадочныхъ образованій (лейтовый известнякъ вѣнскаго бассейна, такъ называемый гранитный мраморъ нуммулитовыхъ слоевъ, отчасти пизолитовый известнякъ Франціи). Во время образованія нуллипоровой банки, матеріалъ ея можетъ отчасти подвергаться

истиранію и разрушенію и продукты такого измельченія могутъ переноситься въ глубину и отлагаться тамъ, въ видѣ, такъ называемаго, коралловаго песка и ила и служить въ свою очередь для скопленія углекислой извести на днѣ моря.

Водоросли съ кремневыми отложеніями всѣ безъ исключенія принадлежать къ діатомовымъ. Какъ рѣки, такъ озера и моря, кишать множествомъ этихъ мелкихъ то свободныхъ, то прикрепленныхъ растенійцъ. Въ небольшихъ озерахъ кремнеземъ ихъ скапливается въ значительномъ количествѣ, давая начало образованію горной муки. Нерѣдки такія отложенія и въ моряхъ. Можно сказать, что нѣтъ почти никакого осадка на днѣ моря, который не содержалъ бы хотя незначительной примѣси кремнистыхъ отложенийъ діатомовыхъ. Эта примѣсь, вмѣстѣ съ радиоляриями и иглами кремнистыхъ губокъ, даетъ матеріалъ для образования кремней въ известнякахъ. Благодаря ничтожнымъ размѣрамъ діатомовыхъ, значительная скопленія послѣднихъ могутъ образоваться на глубинѣ, куда уже не распространяется дѣйствіе волнъ; здѣсь образуется только, такъ называемый, діатомовый илъ. Весьма вѣроятно, что и древнія діатомовые морскія отложенія, известныя подъ именемъ трепеловъ (Италія), образовались на значительной глубинѣ, аналогично современному діатомовому илу Антарктическаго океана. Здѣсь, благодаря низкой температурѣ воды на поверхности, пелагическіе организмы съ известковыми скелетами (глобигерины, птероподы), а также радиолярии очень рѣдки, а главный контингентъ породообразующихъ пелагическихъ организмовъ состоитъ изъ діатомовыхъ. Послѣднія, падая на дно, образуютъ мелкій болѣлій осадокъ, содержащій часто до 50% кремневой кислоты. Конечно, діатомовые водоросли могутъ также и косвенно содѣйствовать скопленію осадка на сушѣ (гуано), попадая сюда съ экскрементами ракообразныхъ, рыбъ, птицъ и т. д.

Вліяніе животныхъ на измѣненіе земной поверхности.

Въ ряду животныхъ какъ наземныхъ, такъ и водныхъ большинство или на поверхности, или внутри тѣла имѣть твердые отложенія въ формѣ раковины или скорлупы, или костяка — скелета. Эти твердые отложенія главнымъ образомъ состоять изъ углекислой и фосфорнокислой извести, а въ раковинахъ моллюсковъ встрѣчается еще иногда до 7% углекислой магнезіи. Подобного рода твердые отложенія послѣ смерти животныхъ могутъ образовать весьма мощные скопленія, въ особенности въ томъ случаѣ, когда животныя, вырабатывавшія ихъ, живутъ колоніями.

Круговоротъ извести въ морѣ. Прежде чѣмъ послѣдовательно разсмотрѣть участіе отдельныхъ животныхъ, какъ геологическихъ дѣятелей, невольно напрашивается вопросъ о томъ, откуда организмы, въ особенности морскіе, добываютъ углекислую извѣсть для постройки своего твердаго скелета?

Въ составъ морской воды, какъ извѣстно, входятъ хлористыя соли натрія, калія, кальція, бромистый натрій и сѣрносоли магнезіи, извести и кали, но углекислой извести въ нормальной водѣ океана нѣть; она не найдена, напримѣръ, ни въ Индійскомъ, ни въ Атлантическомъ океанахъ. Наиболѣе богаты углекислыми солями извести и магнезіи моря Черное и Каспійское, въ первомъ найдено этихъ солей въ видѣ кислыхъ углекислыхъ 3.21, а во второмъ — 4.13, на 10,000 частей воды. Между тѣмъ, анализъ морского ила, взятаго, напр., между Ирландіей и Ньюфаундлендомъ, обнаруживаетъ, что онъ почти сплошь состоитъ изъ панцирей корненожекъ, представляющихъ отложеніе углекислой извести; отложения коралловъ представляютъ также углекислую извѣсть и т. д. Откуда же берется углекислая извѣсть въ морѣ?

Для объясненія этого вопроса предлагались очень разнообразныя гипотезы. Допускали, напр., что между нѣкоторыми веществами, растворимыми въ морской водѣ, съ одной стороны, и между составными частями крови моллюсковъ, съ другой, происходитъ двойное разложеніе, результатомъ котораго и является углекислая извѣсть. Сѣрнокислая извѣсть находится въ растворѣ морской воды, а углекислый натрѣ въ крови моллюсковъ, и при обмѣнѣ ихъ разложеніи будто бы можетъ получиться, съ одной стороны, углекислая извѣсть, съ другой стороны — сѣрнокислая соль. Такое объясненіе едва ли можно считать удовлетворительнымъ, потому что углекислой соли въ крови моллюсковъ заключается слишкомъ мало для того, чтобы двойнымъ разложеніемъ съ сѣрнокислою извѣстью образовать тѣ громадныя количества залежей углекислой извѣсти, которыхъ наблюдаются въ природѣ. Единственное и болѣе полное объясненіе даютъ два совмѣстно дѣйствующіе фактора: питаніе животныхъ и разложеніе солей морской воды растеніями.

Наибольшій запасъ извести въ морѣ находится въ видѣ сѣрнокислой извѣсти или гипса, изъ которой и вырабатывается углекислая извѣсть. Такъ, въ водѣ Сѣвернаго океана сѣрнокислой извѣсти находится 4.72, въ водѣ Атлантическаго океана отъ 3.94 до 4.94, въ водѣ Тихаго океана — 4.60 до 5.18 и т. д. на 10,000 частей воды. Растеніе, пропитывающееся морскою водой, содержащей сѣрнокислую извѣсть, въ силу своей способности разлагать соли на кислоту и основаніе, разлагаетъ сѣрнокальціевую соль на сѣрную кислоту и извѣсть, которая отлагается внутри клѣтокъ растенія въ видѣ солей органическихъ кислотъ (щавелевой и другихъ). Разложеніе идетъ далѣе: сѣрная кислота разлагается на свой составные элементы, причемъ сѣра идетъ на образованіе бѣлковыхъ соединеній, а кислородъ выдѣляется. Фактъ разложенія кислотъ растеніями доказывается общизвѣстнымъ разложеніемъ въ нихъ углекислоты на углеродъ, усвоемый растеніями, и кислородъ, который выдѣляется въ свободномъ видѣ. Отложеніе извести въ клѣткахъ растеній явленіе очень частое, особенно въ морскихъ растеніяхъ и, какъ указано было выше, есть даже своеобразныя известковые водоросли.

Животныя, питаясь растеніями, поглощаютъ вмѣстѣ съ ними и отложившіяся въ клѣткахъ органическія соли извѣсти. Однимъ изъ ре-

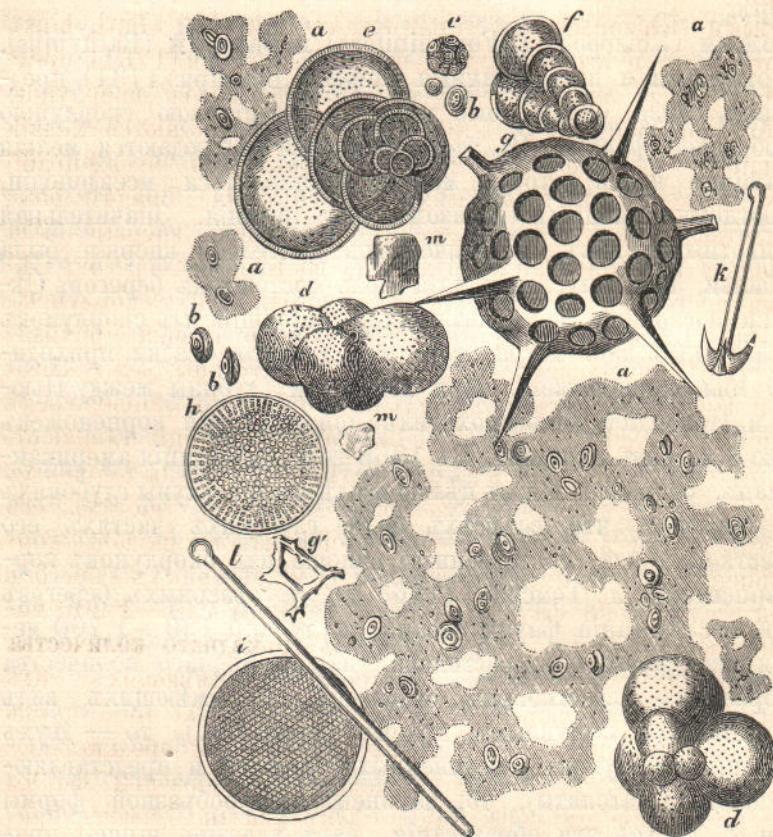
зультатовъ жизненныхъ процессовъ является горѣніе, при которомъ эти соли сгораютъ и даютъ углекислую извѣстъ. Что панцирныя отложенія углекислой извѣсти у морскихъ животныхъ образуются именно такимъ путемъ, подтверждается до нѣкоторой степени исторіей развитія нѣкоторыхъ организмовъ, которые первоначально не имѣютъ твердой скорлупы, а затѣмъ, по мѣрѣ роста и питанія животныхъ, появляются и увеличиваются твердые отложенія. Только этой совмѣстной дѣятельностью животныхъ и растеній можно объяснить громадное скопленіе углекислой извѣсти въ морѣ.

Корненожки (*Rhizopoda s. Foraminifera*) и **батибій** (*Bathybius*).

Корненожки, открытые и изслѣдованные впервые Беккари (1731), представляютъ комокъ слизи, окруженный твердою известковою скорлупою крайне разнообразной формы. Въ этой послѣдней наблюдаются мелкія отверстія (*foramina*), чрезъ которыхъ могутъ выставляться псевдоподіи, служащія животному главнымъ образомъ для питанія. Значительная роль этихъ животныхъ, какъ геологическихъ дѣятелей, впервые была указана Д'Орбини. При опусканіи лота вдоль восточныхъ береговъ Сѣверной Америки постоянно вытаскивали иль, состоящій изъ скорлупокъ корненожекъ. На 0,03 куб. метра этого известковаго осадка приходилось до 5,000 мил. корненожекъ. При измѣреніи глубины между Ньюфаундлендомъ и Ирландіей лотъ проходилъ слой отложеній корненожекъ въ 3—4, и даже 8 метровъ толщины. Въ 1868 году экспедиція американцевъ и англичанъ, отправленная съ цѣлью изслѣдованія фауны глубокихъ мѣстъ океана, показала, что во всѣхъ болѣе глубокихъ частяхъ его находится известковый иль, составленный сплошь изъ скорлупокъ корненожекъ. Карпентеръ и Томсонъ (1868 г.), у сѣверныхъ береговъ Шотландіи, при изслѣдованіи фауны океана, съ глубины 130—1,200 метровъ доставали известковый иль, состоявшій изъ громаднаго количества крайне своеобразныхъ известковыхъ отложеній, то имѣющихъ видъ овальной пластинки съ выпуклымъ краемъ (дисколиты), то — двухъ неравной величины скорлупокъ, соединенныхъ ножкой и представляющіхъ видъ запонокъ (циатолиты), то, наконецъ, шарообразной формы (коккосферы) и т. д.; всѣ эти образования, какъ указано выше, принадлежать къ водорослямъ. Въ 1867 и 1868 годахъ Агассисъ и Нортонъ у южныхъ береговъ Америки между Кубою, Флоридою и Багамскими островами, а въ 1869 году Джейфрей въ Па-де-Кале, извлекли изъ самыхъ глубокихъ мѣстъ подобнаго же рода образованія.

Еще въ 1857 году при проложеніи чрезъ Атлантическій океанъ телеграфнаго кабеля изслѣдовалось дно океана и получены пробы съ различныхъ глубинъ, достигающихъ 3,500 метровъ. Иль, добываемый въ видѣ пробы, оказался слизистымъ и липкимъ и содержалъ громадное количество вышеуказанныхъ разнообразныхъ известковыхъ образованій, изъ которыхъ нѣкоторыя уже раньше были описаны, какъ корненожки, Эренбергомъ въ его знаменитой „Микрогеологии“. На этотъ слизистый иль океана впервые обратилъ вниманіе, какъ на организмъ, Гексли, который описалъ эти кучки безформенной протоплазмы подъ

именемъ особаго организма *Bathybius Haekelii*. Позднѣе (въ 1870 г.) этимъ иломъ занялся Геккель и нашелъ, что, такъ называемый, батибій составляетъ по объему отъ $\frac{1}{5}$ до $\frac{1}{10}$ всей массы ила. Первый сомнѣнія относительно признанія батибія за организмъ высказалъ Томсонъ, а затѣмъ и Мебіусъ, опираясь на возможность искусственнаго получения изъ морской воды осадка, по виду вполнѣ напоминающаго батибію.



Фиг. 126. Морской иль изъ Атлантическаго океана подъ микроскопомъ.
а—Батибій съ кокколитами, б—отдѣльные дискоциты и ціатолиты, с—коккосферы, д—глобигерина, е—она же, ф—текстулярии, г и г'—радіолярии, х и і—діатомовыя, м—частички минерального вещества.

Какъ бы то ни было, признать ли батибій за организмъ или нѣть, но еще Гексли былъ пораженъ богатствомъ этого ила разнообразными отложеніями углеизвестковой соли и сходствомъ его съ мѣломъ: это, по его мнѣнію, „живой мѣль“. Мѣль отличается только большей компактностью, сплошнѣстю, являющейся слѣдствиемъ почти полнаго уничтоженія въ немъ чрезъ гниеніе органическаго вещества. Баварскій ученый Гюмбель нашелъ образованія, приписываемыя батибію въ древ-

нейшихъ отложенияхъ, а именно въ известникахъ различныхъ геологическихъ системъ. Это служить доказательствомъ того, что и въ предшествующія времена подобные организмы способствовали скоплению углекислой извести въ моряхъ и океанахъ.

Въ настоящее время, какъ указано выше (стр. 88), изученіями осадковъ глубинъ вполнѣ доказано, что среди пелагическихъ образованій какъ корненожки, такъ и другіе организмы играютъ видную роль. Глобигериновый иль на днѣ Тихаго океана содержитъ иногда до 95% углекислой извести и состоитъ изъ разнообразныхъ океаническихъ корненожекъ, къ которымъ примѣшиваются кремнистые остатки діатомовыхъ водорослей и радиолярій; количество послѣднихъ достигаетъ иногда до 20%. Отъ вышеупомянутаго ила отличаютъ птероподовый иль (Pteropoda), въ которомъ рядомъ съ корненожками встречаются птероподы и гетероподы. Наконецъ, отличаютъ еще вышеупомянутый діатомовый и радиоляріевый иль. Послѣдній состоитъ изъ кремнистыхъ панцирей радиолярій. Во всякомъ случаѣ, если вышеперечисленные осадки и являются пелагическими, то записываютъ собою менѣе глубоководную часть океана по сравненію съ красной глиной: наблюденіями доказано, что птероподовый иль не распространяется глубже 3,000 метровъ, тогда какъ наибольшая глубина глобигеринового ила 4,500 метровъ. На глубинахъ въ 6,000 метровъ уже нѣтъ ила, обязанныго своимъ происхожденіемъ организмамъ.

Моллюски. — Подобно корнепожкамъ, моллюски точно также заимствуютъ изъ морской воды, при участіи растеній, углекислую извѣсть для образования своихъ твердыхъ покрововъ и затѣмъ, умирая, отлагаются въ видѣ раковинъ въ мягкому иль, въ рыхломъ песку и гравіи. Разница между дѣятельностью корненожекъ и моллюсковъ существуетъ и главнымъ образомъ выражается въ томъ, что первыя обусловливаютъ своею жизнью образование мощныхъ отложенийъ мѣлового ила въ глубокихъ частяхъ моря, между тѣмъ какъ моллюски, населяя въ большинствѣ случаевъ береговыя области и мелководныя морскія бухты, являются причиной отложения углекислой извести на болѣе мелкихъ глубинахъ океана. Этимъ, впрочемъ, вовсе не исключается возможность образования скоплений раковинъ моллюсковъ и на значительныхъ глубинахъ, какъ это и на самомъ дѣлѣ наблюдается; явленіе это объясняется тѣмъ, что море можетъ размывать песчаныя и илистые отмели, и накопившіяся въ нихъ продолженіе многихъ столѣтій раковины будутъ такимъ способомъ переноситься съ мѣста своего первоначального отложения и разсыпываться по дну моря.

Результаты дѣятельности моллюсковъ хотя вообще и не бросаются въ глаза, подобно, напр., гигантскимъ постройкамъ коралловъ, однако существуютъ мѣста, въ которыхъ количество углекислой извести, отложенной моллюсками, достигаетъ громадныхъ размѣровъ, а это именно бываетъ тамъ, где они скапливаются во множествѣ, т.-е. живутъ колоніями, образуя раковинный банкъ или мели. Къ числу моллюсковъ, отличающихся наибольшою дѣятельностью въ геологическомъ смыслѣ, принад-

лежать различные виды семействъ: Ostreidae, Pectinidae, Solenidae, Cardiidae и др., а въ особенности послѣднія. Въ моряхъ, гдѣ для развитія Cardium представляются благопріятныя условія, наблюдаются скопленія раковинъ, нерѣдко образующія цѣлые слои, и хорошимъ примѣромъ того, какихъ мощныхъ размѣромъ могутъ достигать эти скопленія, служить, напр., известнякъ южной Россіи, пользующійся значительнымъ распространеніемъ и почти сплошь образованный различными видами р. Cardium. Банки устрицъ (Ostrea) представляютъ какъ въ современныхъ моряхъ, такъ и въ моряхъ предшествующихъ геологическихъ эпохъ значительные скопленія; въ Воронежской и Орловской губерніяхъ находятся значительные отложения, относящіяся къ мѣловой системѣ и состоящія изъ раковинъ устрицъ, связанныхъ известковымъ цементомъ.

КОРАЛЛЫ.

Способность органическихъ существъ видоизмѣнять форму и строеніе земной коры самымъ нагляднымъ образомъ обнаруживается въ работахъ строящихъ коралловъ, хотя вліяніе этихъ животныхъ на геологическую измѣненія поверхности земли далеко не tanto повсемѣстно, какъ вліяніе разсмотрѣнныхъ выше корненожекъ или моллюсковъ, потому что для полиповъ, строящихъ твердые каменные рифы, необходима средняя температура воды не менѣе 18° Ц., а поэтому развитіе ихъ ограничивается болѣе теплыми странами земного шара и рѣдко простирается далѣе 30° къ сѣверу и югу отъ экватора. Нѣкоторыя уклоненія отъ этого предѣла происходятъ вслѣдствіе мѣстныхъ причинъ, напр., вслѣдствіе охлаждающихъ полярныхъ или сильно нагревающихъ экваторіальныхъ теченій. У Бермудскихъ острововъ, напр., подъ 32° с. ш., гдѣ Атлантический океанъ согрѣвается Гольфштремомъ, находить значительные коралловыя сооруженія. Въ этомъ океаническомъ поясѣ кораллы живутъ только близъ тѣхъ береговъ, гдѣ нѣть илистаго дна, или гдѣ морская вода не дѣлается мутной, отъ впаденія большихъ рекъ, и имѣть вполнѣ нормальный составъ. Такимъ образомъ, коралловыя постройки могутъ встрѣчаться исключительно только въ трехъ океанахъ: въ Тихомъ, Индійскомъ и Атлантическомъ. Наиболѣе богатъ ими Тихій океанъ: въ немъ онъ распространены на всемъ пространствѣ, заключающемся между тридцатыми параллелями широты по обѣимъ сторонамъ экватора. Почти такое же распространеніе онъ имѣютъ и въ Индійскомъ океанѣ, между Малабарскимъ берегомъ и Мадагаскаромъ, а также въ Персидскомъ заливѣ и въ Аравійскомъ морѣ. Атлантический океанъ сравнительно бѣденъ коралловыми постройками; но и въ немъ изъ коралловыхъ сооруженій состоитъ большая часть Флориды, Бермудскихъ и Багамскихъ острововъ. Обмелѣніе Краснаго моря также прежде объясняли распространеніемъ коралловыхъ сооруженій. Впрочемъ, Эренбергъ полагаетъ, что обмелѣніе Краснаго моря вѣроятно

вызвано дѣятельностью впадающихъ въ него рѣкъ, которыя, отлагая приносимый ими механически-взвѣшенный осадокъ, способствуютъ обмѣню.

Кораллы размножаются почкованіемъ и живутъ колоніями, состоящими изъ многихъ тысячъ недѣлимыхъ, то сидящихъ на одномъ стволѣ, то, при благопріятныхъ обстоятельствахъ, образующихъ безчисленные стволы, стоящіе рядомъ, или другъ на другѣ и составляющіе въ такомъ случаѣ коралловые банки и рифы. Отношеніе размѣровъ коралловыхъ сооруженій къ величинѣ самихъ строителей чрезвычайно велико. Чтобы пересѣчь многіе коралловые рифы, нужно нѣсколько часовъ ходьбы; нѣкоторые изъ нихъ достигаютъ высоты 100, 300 и даже болѣе 600 метровъ, и до тысячи километровъ длины. Кольцеобразные рифы окружаютъ иногда бассейны въ 40 — 50 и болѣе километровъ величиною; барьерный рифъ близъ сѣверо-восточного берега Австралии отстоитъ отъ этой послѣдней на 92 километра и тянется на 300 километровъ въ длину, а нѣкоторыя группы коралловыхъ острововъ въ Тихомъ океанѣ, какъ, напримѣръ, Опасный архипелагъ, достигаютъ даже 1,500 километровъ въ длину и 500 километровъ въ ширину. Низменный полуостровъ Флорида, сплошь состоящей изъ коралловыхъ построекъ и покрытый холмами известковаго песку, занимаетъ площадь въ 80,000 кв. километровъ. Величина нѣкоторыхъ коралловыхъ построекъ достигаетъ дѣйствительно гигантскихъ размѣровъ и, рѣзко бросаясь въ глаза, наглядно указываетъ на то, какое значительное участіе въ геологическихъ измѣненіяхъ земной поверхности можетъ принимать органическая жизнь вообще.

Самые обыкновенные зоофиты изъ многочисленныхъ видовъ, участвующихъ въ образованіи коралловыхъ сооруженій, принадлежать къ слѣдующимъ родамъ, установленнымъ Ламаркомъ: *Astrea*, *Porites*, *Madrepora*, *Millepora*, *Careophyllia* и *Meandrina*. Относительно рода *Porites* нужно замѣтить, что нѣкоторые его виды образуютъ удивительно большихъ размѣровъ стволы, достигая въ поперечникѣ иногда отъ 8 до 9 метровъ, изъ этого числа на полость, служащую жилищемъ недѣлимыхъ, приходится отъ 5 до 10 миллиметровъ, остальная же часть мертваго. Стволъ *Astrea* достигаетъ 9 метровъ въ діаметрѣ, причемъ полость, въ которой заключается живая часть коралла, имѣеть діаметръ въ нѣсколько сантиметровъ. Кромѣ указанныхъ видовъ настоящихъ коралловъ, въ ихъ постройкахъ дѣятельное участіе принимаютъ нѣкоторые моховые кораллы и нуллипоры. Весьма любопытно, что, по изслѣдованіямъ Сорби, твердые отложения моховыхъ коралловъ представляютъ тѣсную смѣсь арагонита съ известковымъ шпатомъ. Нуллипоры свои известковыя отложения прикрепляютъ къ поверхности строящихъ коралловъ и напоминаютъ этимъ какъ бы лишайники на стволахъ деревьевъ.

Прежде полагали, что названные выше кораллы начинаютъ свои постройки съ неизмѣримыхъ водныхъ глубинъ и доводятъ ихъ до поверхности, и следовательно, своею дѣятельностью приготовляютъ самыя значительныя измѣненія, которыя въ будущемъ могутъ произойти

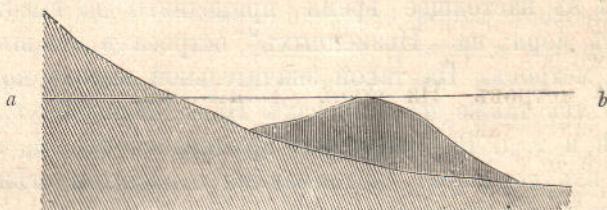
на поверхности земного шара; но наблюденія Дарвина вполнѣ опровергли подобного рода предположеніе, показавъ, что тѣ виды коралловъ, которые принимаютъ наибольшее участіе въ строеніи рифовъ, рѣдко живутъ на глубинѣ, превышающей 37—46 метровъ.

Относительно скорости наростанія коралловыхъ сооруженій вообще извѣстно очень мало, и главнымъ образомъ вслѣдствіе того, что опредѣленіе средней скорости наростанія составляетъ дѣло весьма трудное, потому что эта скорость измѣняется не только сообразно съ видомъ коралла, но и сообразно съ тѣми условіями, въ которыхъ помѣщенъ каждый видъ. Эти условія слѣдующія: глубина отъ поверхности, температура воды, большая или меньшая примѣсь къ ней песка или ила, отсутствіе или присутствіе прибоевъ, которые благопріятствуютъ росту нѣкоторыхъ породъ и оказываются гибельными для роста другихъ и пр. Однако же, изъ опытовъ доктора Аллана, произведенныхъ имъ надъ коралловыми постройками восточнаго берега Мадагаскара, слѣдалось извѣстнымъ, что коралловый полипъ можетъnarости въ годъ на 1,8 метра въ толщину, слѣдовательно, скорость его увеличенія при благопріятныхъ условіяхъ далеко не медленная. Эта скорость наростанія не во всѣхъ однако частяхъ коралловыхъ построекъ одинакова. По позднѣйшимъ изслѣдованіямъ оказывается, что наиболѣе быстро растуть наружные части построекъ, которая постоянно омываются свѣжею водой, приносящей всѣ необходимые материалы для развитія коралловъ. Ко всѣмъ вышеперечисленнымъ условіямъ, вліяющимъ на ростъ коралловыхъ сооруженій и затрудняющимъ поэтому опредѣленіе средней скорости ихъ наростанія, присоединяется еще одно обстоятельство, состоящее въ томъ, что известковыя скопленія, называемыя коралловыми рифами, не есть продуктъ однихъ только зоофитовъ, такъ какъ огромное множество раковинъ и между ними нѣкоторыя самыя крупныя и тяжелыя изъ извѣстныхъ намъ видовъ, а также большие слои устрицъ и кучи твердыхъ остатковъ другихъ моллюсковъ содѣйствуютъ наростанію коралловаго рифа. Поэтому является положительно невозможнымъ опредѣленіе средней скорости наростанія всѣхъ вообще коралловыхъ построекъ. Ростъ коралловаго сооруженія можетъ маскироваться еще и тѣмъ, что волна сосѣднаго моря размываетъ берегъ, перетираетъ коралловыя отложения въ болѣе или менѣе тонкий известковый песокъ, который выполняетъ свободныя мѣста въ коралловой постройкѣ, отлагается въ видѣ ила и песка вокругъ нея и отчасти, въ видѣ тонкой известковой пыли, уносится атмосферою внутрь постройки и скапливается тамъ, какъ на Бермудскихъ островахъ, въ формѣ дюнъ.

Извѣстны три типа коралловыхъ построекъ или рифовъ:

Окаймляющіе или береговые рифы, которые опоясываютъ непосредственно берега на значительномъ протяженіи; они или совершенно не содержать между материкомъ и коралловой постройкой канала, выполненного водою, или этотъ каналъ чрезвычайно мелокъ. Барьерные рифы (фиг. 127), отдѣленные отъ ближайшаго берега полосою воды и, въ большинствѣ случаевъ, образующіе родъ кольца вокругъ выдающа-

гося среди нихъ острова или материка. Лагунные рифы, самые замѣчательные и многочисленные, состоящіе изъ кольцеобразныхъ полосъ суши или атолловъ, окружающихъ внутреннее мелководное озеро, или лагуну съ совершенно тихой водою, въ которой живетъ множество зоофитовъ и моллюсковъ (фиг. 128, 129, 130 и 131). Эти кольце-



Фиг. 127. Разрѣзъ барьерного коралловаго рифа.
ab—уровень моря.

образные рифы большою частью едва подымаются надъ уровнемъ моря (до 3 метровъ) и окружены глубокимъ океаномъ.

До какой степени преобладаетъ послѣдняя форма между коралловыми постройками, видно изъ наблюдений капитана Бичи, который, во время своего путешествія по Тихому Океану, нашелъ, что изъ 32,



Фиг. 128. Общий видъ лагуннаго рифа.

встрѣченныхъ имъ, коралловыхъ острововъ — 29 оказались лагунными рифами. Всѣ они увеличиваются въ своихъ размѣрахъ отъ дѣятельной работы коралловъ, которые, повидимому, постепенно ихъ расширяютъ и выводятъ подводныя части построекъ на поверхность.

Примѣромъ барьерного рифа можетъ служить, уже упоминавшійся

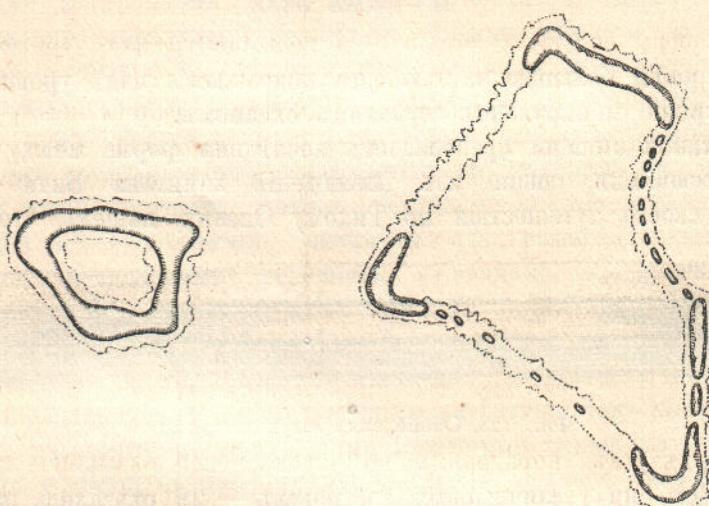


Фиг. 129. Разрѣзъ лагуннаго рифа.

выше, большой рифъ, идущій параллельно съверо-восточному берегу Австралии почти на протяженіи 300 километровъ. Его разстояніе отъ твердой земли измѣняется отъ 26 до 92 километровъ, а глубина морского канала, лежащаго между Австралией и рифомъ, достигаетъ отъ 15—30, а къ одному концу отъ 60—90 метровъ. Этотъ большой

рифъ протянулся бы еще далѣе, по словамъ Делюка, еслибы росту коралловъ не препятствовало противъ береговъ Новой Гвинеи или стоеч дно, образовавшееся вслѣдствіе того, что съ южныхъ береговъ этого большого острова стекаютъ въ море рѣки, богатыя механически-взвѣшеннымъ осадкомъ, препятствующимъ росту коралловъ.

Примѣры окаймляющихъ рифовъ представляютъ Сандвичевы острова, гдѣ эти рифы въ настоящее время приподняты на высоту 6 метровъ надъ уровнемъ моря; на „Низменныхъ“ островахъ эта высота доходитъ даже до 244 метровъ. На такой значительной высотѣ коралловыя постройки находять также на островахъ Ново-Гебридскихъ, Дружбы, въ Новой Гвинеѣ и т. д. Въ Зондскомъ архипелагѣ берега, почти сплошь составленные изъ коралловъ, поднимаются отвѣсными стѣнами до 60—90 метровъ надъ поверхностью моря.



Фиг. 130. Полный атолль Таїара.

Фиг. 131. Неполный атолль Факаафо.

Своебразная форма коралловыхъ сооруженій уже давно обращала на себя вниманіе натуралистовъ и требовала объясненій. Одинъ изъ первыхъ, пытавшихся объяснить ее, былъ нѣмецкій ученый Форстеръ. Онъ, послѣ своего кругосвѣтного путешествія съ капитаномъ Кукомъ, былъ того мнѣнія, что зоофиты инстинктивно сооружаютъ свои постройки въ формѣ, наиболѣе для нихъ выгодной, каковою является форма круговая, такъ какъ она представляетъ сравнительно большую поверхность для соприкосновенія постройки съ водою, доставляющею необходимые материалы для развитія коралловъ. Та же форма представляетъ и болѣе надежный оплотъ противъ размывающаго дѣйствія прибоя. Такое объясненіе формы коралловыхъ построекъ инстинктомъ самихъ строителей оказалось неудовлетворительнымъ, такъ какъ оно не даетъ отвѣта на слѣдующіе вопросы: во-первыхъ, какимъ образомъ объяснить существованіе коралловыхъ сооруженій выше линіи наибольшаго прилива и,

во-вторыхъ, какимъ образомъ примирить слѣдующее противорѣчіе: съ глубины 600—900 метровъ, при помощи лота, были вытаскиваемы кораллы, между тѣмъ какъ достовѣрно известно, что зоофиты, принимающіе участіе въ построеніи рифовъ, не могутъ жить глубже 46 метровъ.

Другое объясненіе формы коралловыхъ построекъ предложилъ натуралистъ Шамиссо, сопровождавшій Коцебу въ его путешествію. Онъ утверждалъ, что кольцеобразная и овальная форма коралловыхъ рифовъ, изъ которыхъ каждый имѣетъ лагуну въ центрѣ и окружено со всѣхъ сторонъ глубокимъ океаномъ, обусловливается формой морского дна, на которомъ селятся кораллы, т.-е. Шамиссо полагалъ, что всѣ коралловые острова или атоллы представляютъ не что иное, какъ гребни подводныхъ вулканическихъ кратеровъ, обросшіе кораллами. Къ такому мнѣнію Шамиссо пришелъ потому, что между географическимъ распространениемъ вулкановъ и мѣстонахожденiemъ коралловыхъ построекъ наблюдается какъ бы зависимость, которая, напримѣръ, необыкновенно рѣзко выражена въ Тихомъ Океанѣ, наиболѣе богатомъ какъ вулканами, такъ и коралловыми постройками. Защитникомъ этой теоріи нѣкоторое время былъ и самъ Ляйэлль. При этомъ предположеніи остаются необъясненными тѣ же вопросы, что и въ раньше приведенной гипотезѣ: напримѣръ, какимъ образомъ коралловый животный, для жизни которыхъ необходимо пребываніе на извѣстныхъ глубинахъ въ морской водѣ, могли возводить свои постройки ниже 46 метровъ въ морѣ и подняться выше уровня самыхъ высокихъ приливовъ? Послѣдній вопросъ Шамиссо старался объяснить слѣдующимъ способомъ: когда рифъ достигаетъ такой высоты, что остается почти сухимъ при отливѣ, тогда кораллы прекращаютъ постройку; поверхность послѣдней покрывается сверху каменистою массою, составленною изъ раковинъ моллюсковъ, ежей съ ихъ обломанными иглами и кусковъ полипняка, связанныхъ известковымъ пескомъ, который произошелъ отъ растертыхъ въ порошокъ раковинъ. Солнечный жаръ проникаетъ въ эту каменную массу, образуются трещины; во многихъ мѣстахъ, чрезъ это, сила волнъ получаетъ возможность отдѣлять и выбрасывать на поверхность полипняка глыбы коралла; вслѣдствіе этого гребень постройки становится, наконецъ, такъ высокъ, что возвышается надъ поверхностью моря. При такой высотѣ постройки известковый песокъ лежитъ спокойно на ея поверхности и представляетъ сѣменамъ деревьевъ и другихъ растеній, выбрасываемыхъ волнами, такую почву, на которой они быстро вырастаютъ и затемняютъ ея ослѣпительную бѣлу поверхность.

Этой теоріи, однако же, противорѣчили многие факты и ее, наконецъ, совсѣмъ оставили, послѣ того какъ Дарвинъ, изучивъ основательно жизнь коралловъ, далъ другое объясненіе формы коралловыхъ сооруженій, основанное на совмѣстномъ вліяніи опусканія и поднятія морского дна и постоянного наростанія коралловой постройки.

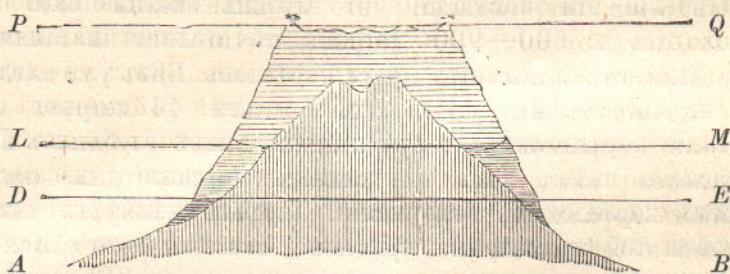
Дарвинъ, осмотрѣвъ множество коралловыхъ построекъ, нашелъ необходимымъ отказаться отъ мнѣнія, будто форма ихъ представляла очертаніе первоначального морского дна. Вместо того, чтобы допустить,

что основание коралловой постройки покоятся на кругломъ или овальномъ гребнѣ подводной скалы, и что лагуна соотвѣтствует первоначально существовавшему углубленію, онъ высказалъ новую мысль, которая съ первого взгляда должна показаться слишкомъ парадоксальной, а именно, что лагуна находится въ томъ самомъ мѣстѣ, которое нѣкогда было занято высочайшею частью подводной горы или, другими словами, вершиной отмели. Вотъ въ короткихъ словахъ изложеніе тѣхъ фактovъ и доводовъ, которые говорять въ подтвержденіе этого взгляда. Кромѣ кольцеобразныхъ коралловыхъ построекъ, состоящихъ изъ атолла, который окружаетъ лагуну, есть еще и другія постройки, имѣющія подобную же форму и строеніе, но окружающія высокіе острова. Къ числу такихъ принадлежитъ, напримѣръ, островъ Ванико, въ Новой Кaledоніи, вокругъ которого коралловый рифъ идетъ въ разстояніи 600 метровъ отъ берега, причемъ каналъ между рифомъ и островомъ имѣетъ до 90 метровъ глубины. Этотъ каналъ, слѣдовательно, походитъ на лагуну, только съ островомъ, стоящимъ по срединѣ ея. Подобный же примѣръ представляетъ Таити, въ которомъ гористый островъ со всѣхъ сторонъ окруженъ озеромъ или полосомъ спокойной соленой воды, отдѣленной отъ океана кольцеобразнымъ коралловымъ рифомъ, около которого постоянно пѣняются буруны. Въ Тихомъ Океанѣ Дарвинъ указываетъ атолль, известный подъ именемъ атолла князя Меншикова. Этотъ атолль характеренъ въ томъ отношеніи, что имѣеть не одну лагуну, какъ это бываетъ въ большинствѣ случаевъ, а нѣсколько. Такое устройство его трудно объяснить, принимая для объясненія формы коралловыхъ построекъ предположеніе, что онъ имѣютъ своимъ фундаментомъ кратеръ потухшаго вулкана. Напротивъ того, такая своеобразная форма вышеупомянутаго атолла легко объясняется съ точки зрењія Дарвина. Затѣмъ, большой барьерный рифъ, который, какъ уже было говорено, идетъ параллельно съ веро-восточному берегу Австралии, представляетъ другой весьма замѣчательный примѣръ длиной коралловой полосы, идущей параллельно съ берегомъ. Наконецъ, известно, что наблюдается еще третій типъ рифовъ, называемыхъ окаймляющими рифами, которые находятся непосредственно на сушѣ и часто весьма значительно поднимаются надъ уровнемъ прилегающаго моря.

Разсматривая всѣ три типа рифовъ, легко прійти къ заключенію, что между формой и положеніемъ коралловаго пояса въ атоллѣ, равно какъ и въ барьерномъ и окаймляющемъ рифахъ, существуетъ столь большое сходство, что никакое объясненіе, не относящееся ко всѣмъ имъ вообще, не можетъ считаться удовлетворительнымъ. Такое-то общее объясненіе ихъ и проводить Дарвинъ въ своей теоріи — именно онъ говоритъ, что возводящіе постройку кораллы начинаютъ свое сооруженіе въ водѣ на умѣренной глубинѣ, прикрѣпляясь къ какому-либо возвышенію со всѣхъ сторонъ. Въ то время, когда они еще заняты своей работой, дно моря можетъ подвергаться постепенному осѣданію, такъ что основаніе возводимой кораллами постройки будетъ опускаться въ то самое время, какъ они возводятъ ея верхніе этажи. Если скорость

пониженія морского дна не очень велика, то нарстающіе кораллы будуть продолжать свои постройки вплоть до поверхности воды. По мѣрѣ того, какъ суши уходитъ подъ уровень моря, вода постепенно выступаетъ надъ нею, пока не исчезнетъ высочайшій пикъ первоначального острова. То, что было прежде сушею, замыщается лагуной, а положеніе окружающаго рифа остается безъ измѣненія, за исключениемъ небольшого сокращенія его размѣровъ.

Образованіе атолла, согласно мнѣнію Дарвина, очень легко можетъ быть представлено графически (фиг. 132). Въ самомъ дѣлѣ, допустимъ, что среди океана возвышается островъ *AB* и что линія *DE* опредѣляетъ уровень воды. Если на извѣстной глубинѣ, на берегу острова, поселятся кораллы, то, размножаясь постоянно, чрезъ нѣкоторое время они могутъ достигнуть уровня *DE*; но предположимъ, что дно океана опускается и что, слѣдовательно, когда кораллы достигнутъ линіи *DE*, уровень воды въ океанѣ достигнетъ линіи *LM*; ясно, что кораллы будутъ продолжать свою дѣятельность и чрезъ нѣкоторое время опять достигнутъ поверхности воды. Если дно будетъ продолжать опускаться, то



Фиг. 132. Объясненіе происхожденія атолловъ (Дарвинъ).

возможно и полное затопленіе острова водою океана и увеличеніе толщины коралловой постройки. Наконецъ, предположимъ, что въ какой-либо третій моментъ, въ силу постоянного опусканія, уровень океана достигнетъ линіи *PQ* и что въ то же время и кораллы возведутъ свою постройку до этого горизонта. Такъ какъ при этомъ допускается медленное и постепенное опусканіе дна океана, то не трудно видѣть, что можетъ явиться такой случай, когда коралловыя постройки будутъ кольцеобразно окружать часть океана или лагуну, которая будетъ находиться какъ разъ въ томъ мѣстѣ, гдѣ первоначально была вершина острова. Такимъ способомъ происходятъ барьерные рифы и атоллы, и Дарвінъ, въ подтвержденіе своей теоріи, указываетъ на существование промежуточныхъ стадій, отъ высокихъ острововъ, какъ Тайти, окруженныхъ коралловымъ рифомъ, до Гамбѣжской группы, гдѣ представителями суши служатъ только нѣсколько пиковъ, подымающихся изъ лагуны, и, наконецъ, до совершенного атолла, имѣющаго лагуну въ нѣсколько сотъ метровъ глубиною, окруженную рифомъ, круто поднимающимся со дна глубокаго океана.

Выше разобранъ наиболѣе простой случай, но ничто не препятствуетъ допустить, что, подъ вліяніемъ вѣковыхъ опусканій, островъ значительныхъ размѣровъ, обладающій нѣсколькими отдельными высотами, будетъ мало-по-малу уходить подъ уровень моря; первоначальный, единственный коралловый рифъ, окружавшій этотъ островъ, при дальнѣйшемъ погруженіи его фундамента, можетъ разбиться на цѣлый рядъ отдельныхъ рифовъ и, въ концѣ-концовъ, дать весьма сложный атолль, состоящій изъ цѣлаго ряда разнообразно расположенныхъ, отдельныхъ, болѣе мелкихъ атолловъ, т.-е. дать картину, напоминающую атолль князя Меншикова, или какой-либо другой сложный.

Сопоставляя всѣ вышеизложенные факты, говорящіе въ пользу теоріи Дарвина, не трудно замѣтить, что они, въ самомъ дѣлѣ, сильно ее подтверждаютъ, даютъ въ высшей степени правдоподобною и поэтому справедливо пользующеюся въ настоящее время полнымъ уваженіемъ.

Объясненіе происхожденія коралловыхъ острововъ, данное Дарвиномъ, находить себѣ подтвержденіе и въ измѣреніи глубинъ океана, окружающаго коралловые острова. Такія измѣренія произведены были въ большомъ количествѣ экспедиціей, въ которой участвовалъ самъ Дарвинъ. Измѣренія эти показали, что глубина океана около острововъ иногда доходитъ до 600—900 метровъ, и что лотъ на такихъ глубинахъ продолжаетъ вытаскивать куски коралловъ. Какъ уже видѣли выше, кораллы не могутъ жить на глубинѣ большей 46 метровъ, а потому существованіе коралловыхъ сооруженій на такихъ глубинахъ не можетъ быть объяснено иначе, какъ опусканіемъ морского дна совмѣстно съ наростию коралловыхъ сооруженій. Дарвинъ измѣрялъ также глубину одной и той же лагуны, причемъ оказалось, что эта послѣдняя всегда много мельче окружающаго постройку океана. Что касается окаймляющихъ рифовъ, то они могутъ происходить при поднятіи материка: коралловая постройка, скрытая подъ поверхностью воды, при такомъ поднятіи будетъ постепенно выступать наружу, наростая только своими подводными частями.

Принимая во вниманіе объясненіе формы коралловыхъ сооруженій, данное Дарвиномъ, можно смотрѣть на нихъ, какъ на новый рядъ доказательствъ поднятій и опусканій болѣе или менѣе значительныхъ подводныхъ областей. Если атолль съ лагуною и барьерный рифъ могутъ образоваться только при господствѣ въ данной мѣстности явленія медленныхъ, вѣковыхъ опусканій, а окаймляющій и береговой рифъ—при явленіи медленнаго поднятія, то, понятно, что тѣ мѣста въ океанахъ, где наблюдаются опредѣленного типа коралловыя сооруженія, должны подвергаться и опредѣленного типа колебаніямъ. Разсматривая, съ этой точки зреенія, распределеніе коралловыхъ построекъ, должно прійти къ заключенію, что дно Тихаго океана почти на всемъ своемъ протяженіи подвергается вѣковымъ опусканіямъ, тогда какъ въ Индійскомъ океанѣ это явленіе идетъ чрезполосно, т.-е. опускающіяся полосы чередуются съ полосами поднимающимися.

Природа практиковала такія постройки и въ древнѣйшія геологи-

ческія эпохи, что доказываютъ коралловыя постройки, найденные въ древнихъ образованіяхъ. Изученіе современныхъ коралловъ даётъ ключъ для индукціи относительно прежнихъ коралловыхъ сооруженій, которыя до настоящаго времени сохранились вполнѣ, несмотря на громадныя, уничтожающія ихъ, вліянія.

Всѣ отложенія коралловъ нужно разматривать, какъ результатъ процесса переработки сѣрнокислой извести морской воды въ углекислую при посредствѣ растеній, какъ это было указано, говоря объ отложенияхъ корненожекъ и моллюсковъ. Углекислая извѣстъ въ природѣ образуетъ мощныя толщи породъ, называемыхъ известняками и ихъ разностями. Объяснить происхожденіе этихъ породъ изъ сѣрнокислой извести морской воды возможно какъ, съ одной стороны, жизнедѣятельностью растеній, такъ, съ другой—животныхъ, каковы: корненожки, моллюски, кораллы и другіе морскіе организмы, которые безустанно, подъ вліяніемъ своихъ жизненныхъ процессовъ, перерабатываютъ матеріаль своей пищи и отлагають твердые части въ формѣ наружного скелета, т.-е. раковины или скорлупы. Конечно, нужны значительные промежутки времени, чтобы результаты ихъ жизнедѣятельности были выражены такими мощными толщами углезвестковыхъ отложенийъ, какія находятся въ различныхъ памятникахъ жизни земли.

Н А З Е М Н Ы Я Ж И В О Т Н Ы Я .

Кромѣ упомянутыхъ морскихъ организмовъ, въ разнообразныхъ геологическихъ образованіяхъ могутъ погребаться и высшія наземныя животныя. Въ болѣе древнихъ образованіяхъ извѣстны находки не только высшихъ четвероногихъ животныхъ, но даже и человѣка. Находили, напр., цѣлые хорошо сохранившіеся трупы, или же только отдѣльны части скелета животныхъ, образующія иногда скопленія разной величины; все зависитъ отъ причинъ, вслѣдствіе которыхъ погибло животное, и отъ условій, при которыхъ оно сохранилось.

Гибель наземныхъ животныхъ при разливахъ рекъ. Наземныя животныя могутъ погибать и попадать въ геологическія образования при разливахъ рекъ въ половодье. Мертвый организмъ, попадая въ воду, пропитывается ею и, падая на дно, подвергается медленному разложению; разложение это сопровождается сильнымъ развитиемъ газовъ, вслѣдствіе образованія которыхъ трупы животныхъ черезъ 9—14 дней всплываютъ на поверхность воды; здѣсь разложение, въ силу болѣе тѣснаго соприкосновенія трупа съ кислородомъ воздуха, идетъ еще энергичнѣе и отъ трупа отпадаютъ части, слабѣе другихъ прикрепленныя. Такими, легче всего отпадающими, частями будутъ, разумѣется, нижняя челюсть и конечности. Отгниваніемъ и отпаденіемъ этихъ слабо прикрепленныхъ частей объясняется нахожденіе такихъ отдѣльныхъ частей костяка наземныхъ животныхъ въ ископаемомъ состояніи среди типичныхъ морскихъ осадковъ. Находили, напр., осадки, содер-

жащіе только нижнія челости позвоночныхъ животныхъ, тогда какъ нахожденіе другихъ частей представляло рѣдкость. Гибель организмовъ при разливахъ рѣкъ и выносъ ихъ въ большия водные бассейны иногда встрѣчается препятствіе въ нѣкоторыхъ хищникахъ, которые, нападая на трупы, могутъ способствовать болѣе быстрому ихъ распаденію на отдѣльныя части во время плаванія на поверхности воды. Такъ, многія хищныя птицы уничтожаютъ мягкія части трупа и этимъ обусловливаютъ быстрое распаденіе его на отдѣльныя части и болѣе быстрое погруженіе ихъ на дно водного бассейна. Впрочемъ, нѣкоторые хищники, какъ, напримѣръ, акула, способны переваривать даже кости животныхъ, а потому могутъ считаться весьма серьезнымъ врагомъ даже труповъ и въ значительной мѣрѣ препятствовать сохраненію наземныхъ организмовъ.

Во время сильныхъ періодическихъ разливовъ рѣкъ въ южно-американскихъ саваннахъ гибнутъ цѣлые стада дикихъ лошадей. По по-казаніямъ Гумбольдта, на Апуреи, одномъ изъ притоковъ р. Ориноко, цѣлые табуны лошадей въ не сколько тысячъ головъ погибаютъ, застигаемые сильными разливами. Въ это время лошади, коровы и другія наземныя животныя ведутъ образъ жизни какъ бы водныхъ, совмѣстно съ крокодилами, водяными змѣями и другими. При наводненіи на островѣ Явѣ (въ 1699 г.) мутныя воды р. Батави доставили къ берегу моря громадное количество труповъ буйволовъ, тигровъ, носороговъ, оленей, обезьянъ и т. д. При разливахъ нашихъ сибирскихъ рѣкъ неожиданно настигаются на заливныхъ равнинахъ и гибнуть цѣлые стада рогатаго скота. Пожары степей, нагония паническій страхъ и заставляя часто соединяться въ одно стадо самыхъ разнообразныхъ животныхъ, также содѣйствуютъ гибели громаднаго количества недѣлимыхъ,—загоняя ихъ въ рѣки. Даже четырерукія, которыя, какъ наиболѣе развитыя, должны были бы, кажется, избѣгать подобныхъ гибельныхъ случайностей, находятся въ водныхъ отложеніяхъ.

Сохраненіе наземныхъ животныхъ въ болотахъ и торфяникахъ. Болото, какъ указано выше, представляетъ собою слой мха и другихъ растительныхъ остатковъ, подъ которымъ находится водный бассейнъ. Животное, переходящее черезъ болото, можетъ провалиться и погибнуть въ немъ. Торфъ замѣчательно хорошо сохраняетъ трупы организмовъ. При раскопкѣ торфяниковъ, для добычи торфа, часто находятъ трупы животныхъ, чаще всего свиней, очень хорошо сохранившіеся. Въ 1747 г. въ Линкольнширѣ, въ Англіи, на островѣ Эксгольмѣ, былъ найденъ на глубинѣ 6 футовъ трупъ женщины, такъ хорошо сохранившійся, что даже волосы были цѣлы; между тѣмъ, платье ея изъ волосаной матеріи безъ всякаго признака тканья, сандалии на ногахъ указывали на то, что трупъ этотъ, можетъ быть, сохранился тысячетѣліемъ. Въ Англіи же, въ Сольвейскомъ болотѣ, найденъ былъ всадникъ въ полномъ вооруженіи и при немъ лошадь; лошадь и всадникъ очень хорошо сохранились и подтверждаютъ собою старинное преданіе, по которому при Генрихѣ VIII (1542 г.) отрядъ кавалеріи случайно попалъ на это бо-

лото и погибъ въ немъ. Торфъ сохранилъ, какъ, напр., въ Даніи, и другіе интересные остатки, важные для изученія доисторического человѣка глубокой древности.

Въ 1674 г. въ Дербиширѣ, въ Англіи, были сдѣланы даже опыты, которые подтвердили замѣчательную способность торфа сохранять животные организмы. Въ торфъ были зарыты два трупа и черезъ 28 лѣтъ извлечены совершенно сохранившимися. „Цвѣтъ ихъ кожи былъ бѣлый и натуральный, тѣло ихъ было мягкое, какъ у людей недавно умершихъ“.

Особенно интересны и важны случаи сохраненія въ торфяникахъ исчезнувшихъ животныхъ. Такъ, въ торфяникахъ Сибири находили трупы мамонта и вымершаго носорога. Мамонта, какъ ближайшаго родственника слону, считали долгое время жителемъ теплыхъ странъ и нахожденіе отдаленныхъ частей его на сѣверѣ служило возраженіемъ противъ принятія нѣкогда бывшаго здѣсь ледниковаго периода. Такой споръ продолжался между учеными до тѣхъ поръ, пока не былъ найденъ въ Сибири, въ торфянике, трупъ мамонта, полный и хорошо сохранившійся. Все это помогло уясненію истиннаго характера животнаго и даже послужило доказательствомъ болѣе сильнаго напряженія холода въ эпоху, когда жилъ мамонтъ. Сохраняющая способность торфяника увеличивается еще болѣе при условіи низкой средней температуры мѣстности, а это условіе уже само по себѣ есть довольно крупный факторъ прекраснаго сохраненія органическихъ тканей. Такъ извѣстны случаи чрезвычайно продолжительного сохраненія труповъ людей, захороненныхъ въ странахъ, обладающихъ низкою среднею температурою. Трупъ князя Меншикова, похороненнаго на берегахъ р. Сосвы, былъ открытъ чрезъ 96 лѣтъ въ такомъ полномъ сохраненіи, что на немъ найдены были не только волосы, но и одежда.

Въ тѣхъ мѣстностяхъ, где морозы не такъ сильны, какъ въ Сибирской тундрѣ, и где промерзающая почва довольно быстро оттаиваетъ весною, сохраненіе наземныхъ организмовъ наблюдается не въ такомъ совершенствѣ. Мягкія части трупа, въ особенности при значительной древности погребенія, совершенно уничтожаются, но зато части скелета пользуются весьма завидною степенью сохраненія. Кости животныхъ, погибшихъ въ торфяникахъ, почти всегда приобрѣтаютъ темно-шоколаднаго цвѣта окраску, весьма типичную для того, чтобы по ней одной опредѣлить условія ихъ сохраненія. Кромѣ того, въ болотахъ, где образуется торфяникъ, весьма часто, независимо отъ скопленія здѣсь растеній, идетъ отложеніе водной окиси желѣза. Если въ такихъ болотахъ гибнетъ животное, то минерализація твердыхъ его частей иногда можетъ идти на счетъ водной окиси желѣза, являющейся замѣстителемъ извести. Извѣстны случаи гибели организмовъ въ торфяникахъ, безспорно относящіеся къ временамъ глубокой древности жизни на землѣ доисторического человѣка каменного вѣка, при которыхъ были находимы въ сильнѣйшей степени минерализаціи части его костей, а равно и кости современныхъ ему животныхъ. Въ костяхъ человѣка и животныхъ было находимо отъ 22% до 28% окиси желѣза, тогда какъ

въ нормальныхъ костяхъ находять только слѣды ея. Любопытно, что количество фосфорной кислоты, одной изъ главныхъ составныхъ частей кости, осталось то же самое, тогда какъ извести найдено много меньше, чѣмъ въ нормальной кости; отсюда можно прійти къ заключенію, что окись желѣза выѣснила изъ фосфорнокислого соединенія кости значительную часть извести.

Сохраненіе наземныхъ животныхъ въ пескахъ. — Дюны также могутъ способствовать погребенію и сохраненію остатковъ какъ наземныхъ животныхъ, такъ и сооружений самого человѣка. Это по-гребеніе, конечно, обусловливается тѣмъ поступательнымъ движеніемъ дюнъ, о которомъ было сказано раньше. Въ Англіи, Франціи и Ютландіи извѣстно много случаевъ погребенія городовъ и деревень подъ дюнами.

Весьма интересны опустошенія, произведенные песками Сахары по западному берегу Нила, въ особенности между храмомъ Юпитера Амона и Нубіей, гдѣ занесено пескомъ нѣсколько городовъ. Раскопки, производимыя въ такихъ мѣстностяхъ, обнаруживаютъ вполнѣ сохранившіеся города. Осадки, не пропускающіе воды, сохраняютъ покрытые ими предметы лучше, чѣмъ осадки водопроницаемые; въ послѣднемъ случаѣ является болѣе свободный доступъ воздуха къ сохраняемымъ предметамъ. Тѣмъ не менѣе, при раскопкахъ въ верховьяхъ Нила, найдены вполнѣ сохранившимися очень нѣжные предметы: живопись, фрески, статуи, домашняя утварь и др., по которымъ можно воспроизвести бытъ древнихъ египтянъ. Объяснить такую совершеннную степень сохраненія въ пескахъ можно только тѣмъ, что рассматриваемыя мѣстности лежать въ весьма сухомъ климатѣ, гдѣ мало выпадаетъ атмосферныхъ осадковъ и они, не успѣвая проникнуть до сохраняемыхъ песками предметовъ, при наступленіи засухи, снова отдѣляются испареніемъ въ атмосфѣру.

Сохраненіе наземныхъ организмовъ въ вулканическихъ образованіяхъ. — Нѣкоторые изъ вулканическихъ продуктовъ служатъ хорошимъ материаломъ для сохраненія какъ попавшихъ въ нихъ животныхъ и растительныхъ организмовъ, такъ и остатковъ, часто весьма нѣжныхъ, культуры资料 самого человѣка. Такой материалъ представляютъ рыхлые вулканические продукты и въ особенности тѣ грязные потоки (*lava d'aqua*), которые образуются на счетъ первыхъ при участіи воды. Грязный потокъ вполнѣ облекаетъ собою попавшій въ него предметъ, а отложившійся изъ него осадокъ большую частью настолько мелко-зернистъ и пластиченъ, что способенъ въ видѣ отпечатка передать малѣйшія детали наружного строенія погибшаго въ немъ предмета. Отвердѣвшему осадку грязного потока даютъ обыкновенно наименование вулканическаго туфа; извѣстны довольно многочисленные случаи нахожденія въ туфахъ погребенныхъ въ нихъ листьевъ растеній, переданныхъ въ видѣ отпечатковъ съ замѣчательнымъ совершенствомъ — сохраняется до мельчайшихъ подробностей даже нервации листа и т. д.

Въ 79 г. послѣ Р. Х., при изверженіи Везувія, подобнымъ гряз-

нымъ потокомъ были залиты три города: Геркуланумъ, Помпея и Стабія. Обстоятельства гибели Помпеи были предметомъ долгаго спора между учеными: одни утверждали, что Помпея погибла подъ потокомъ огненной лавы, другіе, что подъ осадкомъ грязного потока (*lava d'aqua*). Полемика происходила между Неаполитанской Академіей Наукъ, которая держалась первого мнѣнія, и итальянскимъ ученымъ Липци, который держался второго. Въ этомъ спорѣ странно то, что обѣ стороны, для доказательства своихъ мнѣній, часто пользовались однимъ и тѣмъ же фактомъ, tolkui его различно. Такъ, напримѣръ, въ Помпѣя найдены были свитки полуобугленныхъ папирусовъ: члены академіи наукъ утверждали, что обугливаніе ихъ обусловлено потокомъ огненно-жидкой лавы, а Липши доказывали, что еслибы папирусы действительно попали въ лаву, то они сгорѣли бы совсѣмъ, и отъ нихъ не осталось бы ничего, а попали они въ слой грязной лавы и тамъ только обуглились отъ гненія. Потомъ, когда постѣ раскопки офиціальныхъ зданій города начались раскопка частныхъ жилищъ, Липши нашелъ много фактовъ, подтверждавшихъ его взглядъ. Всѣ жилища со всей ихъ обстановкой, даже самыя нѣжныя вещи — мелкая утварь, картины — оказались совершенно цѣлыми. Найдена была полость отъ трупа женщины, съ превосходнымъ сохраненіемъ формъ человѣческаго тѣла. Вообще въ Помпѣя найдено сравнительно небольшое количество половестей отъ труповъ *), очевидно, жители имѣли время бѣжать изъ города, а тѣ, которые остались и погибли, вынуждены были къ этому, повидимому, вліяніемъ совершенно особыхъ обстоятельствъ: или они погибли, не имѣя силъ бѣжать отъ грозившей имъ опасности, или остались на мѣстѣ въ виду угрожающей гибели, исполняя свой долгъ и т. д. Между прочимъ такія раскопки обнаружили двухъ прикованныхъ цѣпями къ стѣнѣ острожниковъ, часового, беременную матерь, уводившую свою дочь, скрипу, распостертаго на полуничкомъ, съ судорожно сжатыми руками, которыми онъ подбиралъ растерянныя въ суматохѣ золотыя монеты и т. д. Въ настоящее время большая часть Помпеи открыта, теперь тамъ можно ходить по улицамъ и наблюдать воочию остатки жизни человѣка, жившаго около 2000 лѣтъ тому назадъ. Осадокъ грязного потока проникъ въ дома, печи, такъ что сохранились даже хлѣбы въ булочной хлѣбника съ выбитымъ на нихъ вензелемъ хозяина; осадокъ проникъ въ библіотеку, выполнилъ свободныя пространства между папирусами; живопись сохранилась до такой степени совершенства, что не вѣрится, чтобы она была исполнена почти двѣ тысячи лѣтъ тому назадъ. Всѣ эти факты ясно указываютъ на то, что городъ былъ залитъ не разрушительнымъ потокомъ огненной лавы, а жидкимъ слоемъ грязной лавы, изъ которой впослѣдствіи осѣль мягкий осадокъ, прикрывшій собою весь городъ. Благодаря тонкости и сравнительной мягкости этого осадка, Помпея сохранилась очень хо-

*) При находкѣ такой полости ее заливаютъ гипсомъ, который передаетъ съ значительной точностью детали наружного очертанія.

рошо. Совершенно иных условія наблюдаются для Геркуланума; онъ также погибъ подъ грязнымъ потокомъ; но надъ нимъ прошелъ еще мощный потокъ огненной лавы; этимъ объясняется затруднительность раскопокъ въ Геркуланумѣ; хотя онъ уже отчасти и очищенъ подземными работами, но закрыть отъ дневной поверхности слоемъ застывшей лавы и осматривать его можно только при искусственномъ освѣщении,— подъ землею.

Иногда и расплавленная огненно-жидкая лава можетъ тоже способствовать сохраненію, по болѣе крупныхъ предметовъ, какими являются человѣческія сооруженія, напр., дома и отдельные стѣны. При изверженіи Этны въ 1669 г., какъ известно, погибло до 14 городовъ. Одинъ изъ потоковъ направился къ г. Катаніи, перелился чрезъ стѣну этого города и залѣзъ нѣсколько домовъ. Раскопка нижняго конца этого лавового потока обнаружила почти полную сохранность домовъ и наружной стѣны, нѣкогда заграждавшей г. Катанію; найдено было также нѣсколько статуй и другихъ украшений подъ толщами лавы. Объяснить такое явленіе можно какъ тѣмъ, что къ нижнему концу огненно-жидкие потоки лавы обладаютъ сравнительно болѣе низкою температурою, такъ и тѣмъ, что лава вообще плохой проводникъ тепла, а потому для уничтоженія попавшихъ туда предметовъ температура была недостаточно высока.

Сохраненіе животныхъ въ пещерахъ. — Кромѣ торфа, песка и вулканическихъ осадковъ, сохраненіе животныхъ остатковъ можетъ быть обусловлено погребеніемъ ихъ въ трещинахъ и пещерахъ горныхъ породъ. Указано было раньше, что многія горныя породы, подъ вліяніемъ циркулирующей воды, способны растворяться, образуя полости или пещеры. Сюда-то попадаютъ часто животныя, или случайно, или даже избирая эти пещеры мѣстомъ жительства, и здѣсь погибаютъ. Конечно, для сохраненія этихъ остатковъ необходимо еще, — чтобы они покрылись такимъ осадкомъ, который предохранилъ бы ихъ отъ разрушительного вліянія атмосферы. Осадокъ этотъ можетъ образоваться двоякимъ путемъ — или механическимъ, или химическимъ. При разсмотрѣніи подземного дренажа было показано, что нѣкоторые источники могутъ происходить черезъ сокрытіе рѣки съ дневной поверхности. Понятно, что такая рѣка будетъ отлагать на пути своего подземного теченія осадокъ, въ который могутъ попадать и животныя, принесенные рѣкой съ поверхности земли. Если, затѣмъ рѣка измѣнитъ направление своего теченія, или окончательно прекратитъ свое существованіе, то и пещера, чрезъ которую она протекала, можетъ быть или отчасти, или совершенно выполнена осадкомъ. Съ другой стороны, въ пещерахъ, находящихся въ известковыхъ породахъ, постоянно происходит отложеніе сталактитовъ и сталагмитовъ. Если пещеры были обитаемы животными или человѣкомъ, то остатки ихъ могутъ быть связаны цементомъ углекислой извести и образовать костяную брекчію. Иногда такие слои костяной брекчіи разобщены слоемъ, состоящимъ изъ сталагмитовъ и т. д.; часто пещеры сплошь выполнены подобного рода отложеніями.

Пещеры, въ которыхъ сохранились кости животныхъ, встрѣчаются во многихъ мѣстностяхъ; такъ, ихъ находить въ Бельгіи, Мореѣ, которая, какъ и южная Франція, особенно богата ими, въ Англіи, въ Крыму, близъ Одессы, у Нерубайскихъ хуторовъ, на Кавказѣ, на Уралѣ и Алтаѣ. При первомъ знакомствѣ съ такими пещерами, образовалось два мнѣнія относительно самаго процесса выполненія ихъ костяной брекчіей. Одни говорили, что животные жили въ этихъ пещерахъ, здѣсь же и умирали. Углекислая известь одновременно съ ихъ жизнью отлагалась въ видѣ сталактитовъ и сталагмитовъ, которые цементировали скелеты погребенныхъ животныхъ. Другіе утверждали, что находимыя въ пещерахъ кости животныхъ вмѣстѣ съ осадками занесены сюда изъ другихъ мѣстъ подземнымъ потокомъ. Кости, чаще обломки ихъ, приносимые водой, являются всегда округленными, окатанными, вслѣдствие тренія ихъ краевъ о твердые предметы. При этомъ въ одной и той же пещерѣ могутъ находиться кости весьма разнообразныхъ животныхъ. Изслѣдованіе самаго осадка даетъ возможность узнать, произошелъ ли онъ изъ циркулирующей воды, или какимъ-нибудь другимъ способомъ. Въ другихъ пещерахъ находить массу костей, въ которыхъ такой округленности не замѣчается; края этихъ костей остры, а сами кости связаны въ плотную массу углекислою известью. Въ этомъ случаѣ въ каждой пещерѣ встрѣчаются почти исключительно кости какого-либо одного вида животныхъ. Напримѣръ, въ моравскихъ и бельгійскихъ пещерахъ—пещернаго медведя, въ нѣкоторыхъ англійскихъ пещерахъ часто попадаются остатки пещерной гіены, здѣсь же попадаются и кости другихъ животныхъ, но всегда тѣхъ, которыхъ служили пищею этому хищнику. Наблюденія надъ современными явленіями даютъ возможность утверждать, что есть по крайней мѣрѣ два способа, при помощи которыхъ пещеры могутъ быть выполнены содержащими кости осадками.

Резюмируя дѣятельность растительныхъ и животныхъ организмовъ, нужно прійти къ заключенію, что и она является однимъ изъ видныхъ геологическихъ факторовъ, могущихъ производить замѣтныя измѣненія земной поверхности, а отлагаемый животными и растеніями твердый матеріалъ способствуетъ новообразованіямъ, иногда грандіозныхъ размѣровъ. Въ общемъ должно признать, что геологическая дѣятельность организмовъ параллельна геологической дѣятельности воды и атмосферы, противъ коалиціи которыхъ съ такимъ успѣхомъ и по настоящее время борется вулканізмъ.

Знакомство съ процессами, измѣняющими поверхность земли, должно въ окончательномъ результатаѣ привести къ слѣдующему заключенію. Дѣятельность атмосферы, воды и организмовъ суть функціи, присущія землѣ съ того времени, какъ только явилась возможность образованія на землѣ вышеуказанныхъ геологическихъ факторовъ. Вулканізмъ прирожденъ землѣ съ самого момента ея зарожденія, а потому тѣ же геологические дѣятели должны были дѣйствовать на землю со временемъ глубокой древности. Такое заключеніе объ атмо-

сферѣ, водѣ, вулканизмѣ и жизнедѣятельности организмовъ невольно заставляетъ видѣть въ нихъ такое же отношеніе къ землѣ, какое обыкновенно видятъ въ функцияхъ жизнедѣятельности къ живому организму, т.-е. заставляетъ признавать въ этихъ геологическихъ дѣятеляхъ проявленіе жизнедѣятельности одного изъ міровыхъ тѣлъ—нашей планеты. Отсюда легко сдѣлать дальнѣйшій выводъ, что земля будетъ до тѣхъ поръ подвергаться измѣненіямъ, т.-е. жить, покуда различныя ея функции происходятъ правильно, т.-е. находятся въ извѣстномъ равновѣсіи. Коль скоро одинъ изъ дѣятелей начнетъ брать сильный перевѣсъ надъ другимъ, можно будетъ предсказать гибель земли. По нашему мнѣнію, въ особенности это справедливо относительно воды и вулканизма,—этихъ постоянныхъ антагонистовъ. Съ прекращеніемъ дѣятельности того или другого, землѣ неизбѣжно грозитъ смерть или по крайней мѣрѣ то безотрадное состояніе, которое наблюдается въ спутнике земли—лунѣ, на которой нѣтъ ни воды, ни явлений вулканическихъ.

Подъятюю "Порт" — изучество этого вида геологии, называемое кристаллографией, и изучение горных породъ, называемое петрографией, а также и изучение минераловъ, называемое минералогией.

II.

ПЕТРОГРАФІЯ.

Отдѣль геологии, занимающійся изученіемъ горныхъ породъ, образующихъ твердую оболочку земного шара, называется петрографіею или литологіею.

Подъ именемъ горныхъ породъ понимаютъ агрегаты, состоящіе или изъ одного и того же, или изъ различныхъ минераловъ и имѣющіе какъ значительное протяженіе по земной поверхности, такъ и представляющіе некоторую мощность. Задача петрографіи заключается въ томъ, чтобы опредѣлить горную породу или входящіе въ нее минералы, уловить законность сочетанія этихъ минераловъ, изучить строеніе и самый способъ происхожденія горной породы, а равно и процессы ея видоизмѣненія.

СТРОЕНИЕ ИЛИ СТРУКТУРА ГОРНЫХЪ ПОРОДЪ.

Первый, болѣе или менѣе, внимательный взглядъ на горную породу обнаруживаетъ, что вся ея значительная толща состоить или изъ кристаллическихъ зеренъ и кристалловъ минераловъ, или изъ обломковъ различныхъ горныхъ породъ. Слѣдовательно, уже это первое со-прикосновеніе съ горными породами даетъ возможность отличить въ нихъ двѣ довольно обособленныхъ категоріи. Одну изъ нихъ представляютъ породы кристаллическія или кристаллически-зернистые, другую — породы обломочные.

Въ свою очередь, разсматривая кристаллически-зернистые горные породы, можно часто замѣтить въ нихъ извѣстный характеръ, болѣе или менѣе, правильнаго расположенія отдѣльныхъ минераловъ. Такая правильность расположенія указываетъ, что въ кристаллически-зернистыхъ горныхъ породахъ должно быть извѣстнаго рода разнообразіе въ строеніи или въ структурѣ. Съ этой точки зрѣнія, можно различать въ горныхъ породахъ слѣдующія структуры.

Кристаллически-зернистая структура. — Такой структурой обладают горные породы, образованные отдельными кристаллическими зернами одного или нескольких минераловъ, причемъ въ расположении этихъ зеренъ не наблюдается какой-нибудь особенной правильности. Такая смысль представляется неправильный агрегатъ, типомъ которого можетъ служить гранитъ. Вотъ почему французские ученые и называютъ эту структуру часто гранитовидною. По величинѣ зеренъ минераловъ возможно отличить въ этой структурѣ нѣсколько разностей, смотря по тому, имѣютъ ли дѣло съ болѣе или менѣе крупными недѣлимыми. Въ этомъ смыслѣ возможно раздѣлить породы на крупно- и мелко-кристаллическія.

Зенфть предлагаетъ даже характеризовать вышеуказанныя разности опредѣленнымъ размѣромъ зеренъ, составляющихъ данную горную породу. Такъ, для крупно-кристаллическихъ структуръ онъ допускаетъ величину зеренъ, достигающую до 25 мм. Для структуръ средняго зерна или, какъ Зенфть ихъ называетъ, грубо-кристаллическихъ, онъ предлагаетъ величину въ 6 мм. Для структуръ мелко-кристаллическихъ — величину, равную 2,5 мм., а скрыто-кристаллическая или афонитовая структура будетъ представлять сплошную массу, въ которой различить отдельные зерна не вооруженнымъ глазомъ нельзя.

Чешуйчатое и листоватое строение горная порода представляетъ въ томъ случаѣ, когда она составлена изъ преобладающихъ отдельныхъ чешуекъ или листочковъ какого-либо минерала, причемъ тѣ или другие расположены въ горной породѣ параллельно другъ другу. Результатомъ такого строения горной породы является способность породы раскалываться по направлению расположения чешуекъ или листочковъ болѣе легко, чѣмъ по всѣмъ другимъ направлениямъ. Типомъ подобного рода строения можетъ служить хлоритовый, тальковый, сланецъ и другія породы.

Волокнистое строение наблюдается тогда, когда вся масса горной породы составлена изъ отдельныхъ волоконъ минераловъ. Нѣкоторые, какъ напримѣръ Науманъ, въ такомъ строеніи различаютъ еще подразности; допускаютъ, напримѣръ, строеніе зернисто-волокнистое, слитно-волокнистое и т. д. Типъ такого строенія можно наблюдать въ гнейсахъ и ангидритахъ.

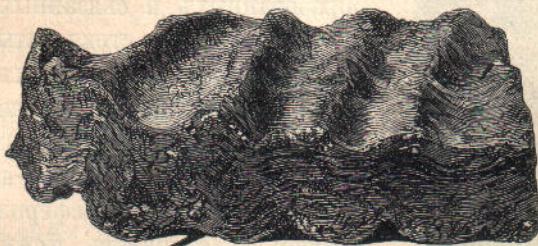
Параллельно-линейное строение представляютъ такія породы, въ которыхъ нѣкоторыя составныя части являются вытянутыми въ одномъ направлении и расположеными параллельно другъ другу. Такую структуру наблюдаютъ во многихъ гнейсахъ, въ которыхъ слюда или кварцъ представляютъ расположение параллельное другъ другу, въ сіенитахъ, — въ которыхъ кристаллы роговой обманки также иногда располагаются параллельно другъ другу. То же самое можно сказать относительно нѣкоторыхъ трахитовъ, въ которыхъ кристаллы санидина нерѣдко располагаются подобнымъ же образомъ.

Плойчатое строение выражается мелкими рядами складокъ, и это строеніе, повидимому, находится въ прямой зависимости отъ боко-

вого давлениі, которому нѣкогда подверглась горная порода. Такое строеніе находить въ глинистыхъ и слюдяныхъ сланцахъ, которые развиты въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ южной Франціи и въ области Рейна, въ доломитахъ (фиг. 137) и т. д.

Полосатое или ленточное строеніе представляетъ тотъ случай, когда агрегатъ зеренъ одного минерала чередуется въ горной породѣ съ агрегатомъ, состоящимъ изъ зеренъ другого минерала, какъ въ геллефлінѣ, или когда горная порода окрашена полосами различныхъ цвѣтовъ. Въ такомъ видѣ это строеніе наблюдается въ нѣкоторыхъ яшмахъ и одна изъ нихъ даже по своему строенію получила наименование ленточной яшмы.

Порфиридовидное строеніе. — Подъ этимъ именемъ понимаютъ такое строеніе горной породы, когда въ основной ея массѣ или тѣсѣ вкраiplены отдѣльные болѣе крупныя недѣлимые. Такое строеніе можетъ, въ свою очередь, представлять крайне большое разнообразіе: то въ основной массѣ можно различать отдѣльные составляющіе ее минералы не-вооруженнымъ глазомъ, такъ что основная масса явится кристаллически-зернистою, и въ нее будутъ порфиридовидно вкраiplены болѣе крупныя



Фиг. 137. Плойчатое строеніе тальковаго доломита Олонецкой губерніи.

недѣлимые; то можетъ быть случай, когда основная масса явится скрытно-кристаллическою и въ этой массѣ будутъ вкраiplены порфиридовидно отдѣльные болѣе крупные, доступные невооруженному глазу, минералы; то, наконецъ, основная масса можетъ быть въ видѣ аморфной или стекловатой массы, причемъ въ ней также будутъ вкраiplены порфиридовидно отдѣльные недѣлимые.

Сфероидальное строеніе. — Въ этой структурѣ возможно различать нѣсколько разностей, которая представляютъ болѣе или менѣе значительное различіе, и въ то же время служать характеристикою для нѣкоторыхъ горныхъ породъ, отъ которыхъ часто эти разности получаютъ свое наименование.

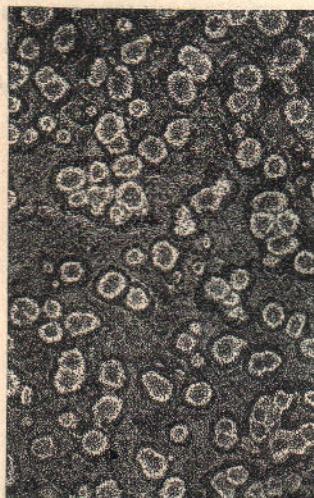
Къ числу разностей сфероидальной структуры относятъ: оолитовую или пизолитовую структуры. Эта структура является въ томъ случаѣ, если порода состоитъ изъ маленькихъ шариковъ, строеніе которыхъ является одновременно и радиально-лучистымъ, и концентрически-скорлуповатымъ. Если сдѣлать искусственный разрѣзъ черезъ отдѣльные шарики, составляющіе такую горную породу, то въ нихъ весьма

легко отличить въ центрѣ или постороннее тѣло, напримѣръ, песчинку, или зерно какого-либо минерала, отъ котораго радиально — отъ центра къ периферіи, расходятся отдѣльныя волокна; въ то же время въ этихъ шарикахъ наблюдается и концентрически-скорлуповатое строеніе. Шарики, составляющіе эти породы, то лежать одинъ подъ другого, связанные цементомъ, или свободные, то разсѣяны по одиночкѣ среди массы горной породы; слѣдовательно, въ этомъ отношеніи можно наблюдать значительное разнообразіе. Соссюръ указываетъ въ швейцарскихъ оолитовыхъ известнякахъ размѣры зеренъ до 38 мм. Къ этой структурѣ относятъ, кроме настоящихъ оолитовыхъ известняковъ, столь характерныхъ для юрской системы, еще пизолитовый известнякъ французовъ, который отличается существеннымъ образомъ отъ оолита только тѣмъ, что его зерна связаны между собою глинисто-рухляковымъ цементомъ и что онъ принадлежитъ къ болѣе новымъ третичнымъ образованіямъ.

Вторую разность сфероидальной структуры составляетъ сферолитовое строеніе. Это строеніе выражается тѣмъ, что вся порода составлена какъ бы изъ отдѣльныхъ, часто микроскопической величины, зеренъ, образованныхъ и связанныхъ между собою большею частью стекловатымъ веществомъ. Въ обсидianaхъ и смоляныхъ камняхъ можно часто наблюдать вышеуказанное строеніе, причемъ подъ микроскопомъ на каждомъ зернѣ замѣчается радиально-волокнистое строеніе. Отъ настоящаго сферолитового строенія Розенбушъ отличаетъ псевдо-сферолитовое, подъ которымъ понимаетъ такое строеніе сферолитовыхъ зеренъ, когда они слагаются изъ неоднородныхъ радиальныхъ агрегатовъ нѣсколькихъ минераловъ, напр., въ гранофирахъ, въ сферолитовыхъ авгитовыхъ порфиритахъ и т. д. Въ крайне мелкихъ, круглыхъ микроскопическихъ сферолитахъ и псевдо-сферолитахъ волокна групируются радиально, и въполномъ поляризованномъ свѣтѣ, въ разрѣзахъ, прошедшихъ чрезъ центръ сферолита, появляется красивый темный крестъ.

Фиг. 138. Варіолитъ д. Ялгубы
Олонецкой губерніи.

Къ псевдо-сферолитовой структурѣ тѣсно примыкаетъ варіолитовое строеніе. Само название этой структуры заимствовано отъ слова *variola* (оспина). Эта структура на отшлифованной или выѣтрившейся поверхности горной породы выражается появленіемъ свѣтлыхъ пятенъ, какъ бы осинь (фиг. 138). Структура эта первоначально наблюдалась на одной породѣ, развитой въ южной Франціи и получившей наименование варіолита. Затѣмъ такое же строеніе было найдено въ породахъ и другихъ мѣстностей; подробное изученіе ихъ подъ микроскопомъ обнаружило, что отдѣльныя сфероидальные зерна въ центрѣ состоять изъ



Фиг. 138. Варіолитъ д. Ялгубы
Олонецкой губерніи.

Къ псевдо-сферолитовой структурѣ тѣсно примыкаетъ варіолитовое строеніе. Само название этой структуры заимствовано отъ слова *variola* (оспина). Эта структура на отшлифованной или выѣтрившейся поверхности горной породы выражается появленіемъ свѣтлыхъ пятенъ, какъ бы осинь (фиг. 138). Структура эта первоначально наблюдалась на одной породѣ, развитой въ южной Франціи и получившей наименование варіолита. Затѣмъ такое же строеніе было найдено въ породахъ и другихъ мѣстностей; подробное изученіе ихъ подъ микроскопомъ обнаружило, что отдѣльныя сфероидальные зерна въ центрѣ состоять изъ

Къ псевдо-сферолитовой структурѣ тѣсно примыкаетъ варіолитовое строеніе. Само название этой структуры заимствовано отъ слова *variola* (оспина). Эта структура на отшлифованной или выѣтрившейся поверхности горной породы выражается появленіемъ свѣтлыхъ пятенъ, какъ бы осинь (фиг. 138). Структура эта первоначально наблюдалась на одной породѣ, развитой въ южной Франціи и получившей наименование варіолита. Затѣмъ такое же строеніе было найдено въ породахъ и другихъ мѣстностей; подробное изученіе ихъ подъ микроскопомъ обнаружило, что отдѣльныя сфероидальные зерна въ центрѣ состоять изъ

радиально-лучистыхъ массъ, тогда какъ въ периферіи зерна наблюдается концентрическая скрлуповатость. Весьма интересны наблюденія, первоначально сдѣланныя Делессомъ, надъ химическимъ составомъ зеренъ и основной массы варіолитовъ. Если при оолитовой структурѣ наблюдаютъ только известного рода расположение минеральныхъ частицъ при значительной близости химического состава всей горной породы, то о структурѣ варіолитовой этого сказать нельзя. Изъ анализовъ Делесса и позднѣйшихъ анализовъ Мишеля-Леви и Левинсона обнаружилось, что составъ сфероидальныхъ зеренъ варіолитовъ и связующей ихъ основной массы различенъ. Впрочемъ, въ нѣкоторыхъ кислыхъ стекловатыхъ сферолитовыхъ породахъ также наблюдалось различие въ химическомъ составѣ сферолитовъ и основной массы.

Наименование пористой и ячеистой даютъ породѣ въ томъ случаѣ, когда она содержитъ поры или ячейки разнообразной величины. Происхожденіе такой структуры легко можетъ быть объяснено процессомъ выщелачиванія нѣкоторыхъ составныхъ частей изъ горной породы и образованія такимъ способомъ пустотъ.

Пузыристая и шлаковидная структура наблюдается въ породахъ по преимуществу вулканическихъ и обусловлена не чѣмъ инымъ, какъ выдѣленіемъ газовъ и паровъ воды при охлажденіи горной породы. Результатомъ этого будетъ нахожденіе въ породѣ отдѣльныхъ полостей, болѣе или менѣе округлой формы, причемъ полости могутъ располагаться или довольно правильно, или же безъ всякаго замѣтнаго порядка. Эта структура свойственна лавамъ, пемзѣ и другимъ вулканическимъ породамъ.

Миндальевидная структура. — При этой структурѣ различаютъ въ горныхъ породахъ включения, большую частью свѣтлого или бѣлаго цвѣта, напоминающія по формѣ миндалину. Такая структура по своему происхожденію не принадлежитъ къ образованіямъ, одновременнымъ горной породѣ, а обусловлена позднѣйшими процессами, причемъ принесенные извнѣ минеральные массы выполнили нѣкогда бывшія полости и пустоты въ горной породѣ. Она въ особенности характерна для мелафировъ, изъ которыхъ нѣкоторые даже прямо по этой структурѣ получили наименование миндалевидныхъ, а также для авгитовыхъ порфиритовъ и др.

Если въ кристаллическихъ горныхъ породахъ возможно подмѣтить болѣе или менѣе рѣзко выраженное различие въ строеніи или структурѣ, то такое же различие въ строеніи можно наблюдать и въ породахъ обломочныхъ, руководствуясь, съ одной стороны, формою обломковъ: они могутъ быть угловатыми или округлыми, съ другой стороны, они могутъ быть связанными въ одно цѣлое или лежать отдельно другъ отъ друга, представляя породы рыхлыхъ.

При изученіи структуръ полезно различать структуры первичныя (протосоматическая), тѣсно связанныя съ условіями образования горной породы и структуры вторичныя (метасоматическая), являющіяся результатомъ позднѣйшихъ вліяній, какъ-то давленія и т. д.

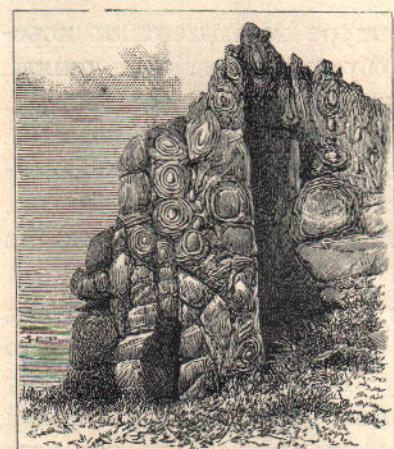
ОТДѢЛЬНОСТЬ ГОРНЫХЪ ПОРОДЪ.

Кромъ особенностей въ расположениі минераловъ для многихъ горныхъ породъ, является въ высшей степени характерной, такъ называемая, отдѣльность. Подъ этимъ именемъ понимаютъ способность горной породы дѣлиться по трещинамъ на массы, имѣющія большую или меньшую правильность. Съ этой точки зрѣнія, является возможнымъ въ отдѣльностяхъ горныхъ породъ различить нѣсколько формъ.

Шаровидная или сфероидальная отдѣльность наблюдается въ горной породѣ въ томъ случаѣ, когда трещины направляются по шаровой поверхности и когда горная порода легко можетъ распадаться на отдѣльные шары по направленію вышеуказанныхъ трещинъ; диаметръ шаровъ можетъ быть весьма разнообразенъ: въ нѣкоторыхъ породахъ онъ не превышаетъ нѣсколькихъ сантиметровъ, въ другихъ—доходить

до нѣсколькихъ метровъ. Эту отдѣльность наблюдаютъ въ древнихъ горныхъ породахъ, какъ, напримѣръ, въ гранитахъ, діабазахъ, діоритахъ Нассау и Фихтельгебирге, также въ базальтахъ, причемъ иногда эти послѣдніе являются составленными изъ отдѣльныхъ шаровъ (фиг. 139). Наконецъ, Пуллетъ-Скропъ указываетъ такую отдѣльность въ нѣкоторыхъ трахитахъ.

Плитообразная отдѣльность можетъ наблюдаться въ горной породѣ въ томъ случаѣ, когда эта послѣдняя разбита параллельными другъ другу трещинами, обусловливающими распаденіе на отдѣльныя плиты. Плоскости плить большею частью всегда ровныя, въ крайне



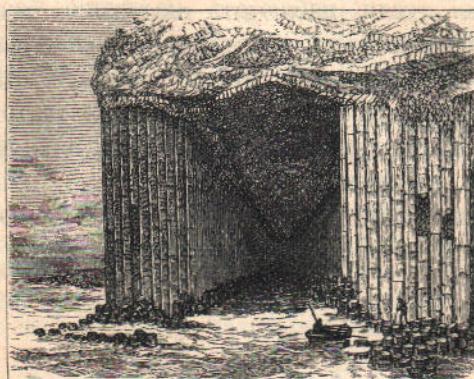
Фиг. 139. Сфероидальная отдѣльность долерита (Гейки).

рѣдкихъ случаяхъ нѣсколько изогнутыя. Подобная отдѣльность въ горной породѣ является иногда весьма типичною и, между прочимъ, для фонолита она можетъ служить однимъ изъ характерныхъ признаковъ.

Если определенная система трещинъ разбиваетъ породу на тонкія и мелкія плитки, то возможно отъ плитообразной отдѣльности перейти къ сланцеватой, принимаемой нѣкоторыми учеными за структуру горной породы. Причины той и другой отдѣльности одни и тѣ же: обѣ эти отдѣльности обусловлены исключительно только трещинами; вотъ почему и слѣдуетъ рассматривать сланцеватую отдѣльность здѣсь, а не въ структурахъ. Весьма понятно, что породы, имѣющія чешуйчатое и листоватое сложеніе, должны весьма часто обнаруживать сланцеватую отдѣльность, потому что, въ силу присутствія спайности въ отдѣльныхъ листочкахъ или чешуйкахъ минерала, по направленію этихъ послѣднихъ и

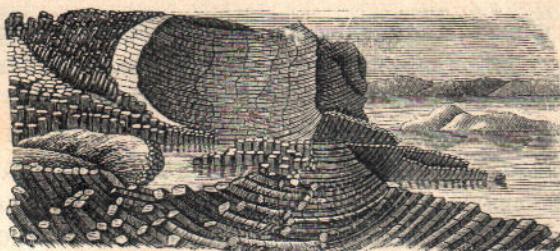
будеть наблюдаться распаденіе горной породы при ударѣ па отдѣльныя тонкія плитки.

Столбчатая или базальтическая отдѣльность наблюдается въ горной породѣ въ томъ случаѣ, когда нѣсколько системъ трещинъ пересекаются между собою, образуя столбы. Подобного рода столбы въ большинствѣ случаевъ являются правильно образованными и ограниченными 3—9 гранями. Уголь пересеченія трещинъ или плоскостей, ограни-



Фиг. 140. Фингалова пещера. Базальтическая отдѣльность.

чивающихъ столбы, крайне измѣнчивъ, причемъ иногда можно наблюдать почти правильные шестиугольные столбы. Въ Шотландіи наблюдаются въ сіенитахъ столбы, имѣющіе до 120 метровъ высоты. Толщина столбовъ въ высшей степени измѣнчива. На Рейнѣ, у Линца столбы базальта обыкновенно не толще 10 сантиметровъ. Въ Исландіи трахитъ распадается на столбы не толще человѣческаго пальца.

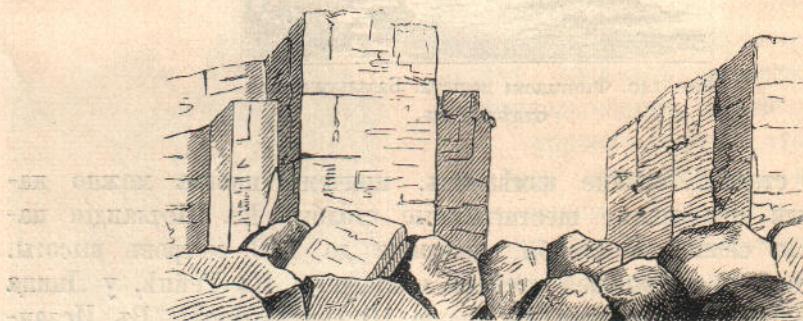


Фиг. 141. Столбчатая отдѣльность въ базальтахъ.

Особенно характерно выражается такая столбчатая отдѣльность въ базальтахъ на Рейнѣ (Шейдекопфъ) и въ Саксоніи (Шейбенбергъ). Встрѣчаются эту отдѣльность также въ порфирахъ; иногда можно наблюдать ее не только въ породахъ вулканическихъ, для которыхъ она особенно характерна, но и въ породахъ осадочныхъ, напримѣръ, въ гипсахъ Монмартра у Парижа и въ пестрыхъ песчаникахъ недалеко отъ Тулона. Этую отдѣльность иногда называютъ базальтическою, именно потому, что

она наиболѣе часто встречается у базальтовъ. Столбы этой отдѣльности могутъ стоять то совершенно вертикально, то горизонтально (фиг. 109), то наклонно; иногда въ одной и той же породѣ они то являются параллельными другъ другу, то расходятся лучисто. Иногда столбы, какъ напр. на Рейнѣ, у Обервинтера, образуютъ изгибы, напоминающіе букву S. Впрочемъ, во всѣхъ случаяхъ, въ какомъ бы положеніи ни наблюдали столбы, въ нихъ есть одна довольно опредѣленная законность: столбы стоять всегда перпендикулярно къ плоскости охлажденія породы, т.-е., если наблюдать налеганіе базальта или какой-нибудь другой горной породы, обладающей столбчатою отдѣльностью, на другія породы и опредѣлять при этомъ взаимное отношеніе трещинъ, разбивающихъ базальтъ на столбчатую отдѣльность, то почти всегда замѣчается, что поверхность соприкосновенія будетъ находиться въ положеніи, перпендикулярномъ къ трещинамъ.

Параллелепипедальная отдѣльность происходитъ въ томъ случаѣ, когда три системы трещинъ разбиваютъ горную породу на отдѣль-



Фиг. 142. Призматическая отдѣльность въ гранититѣ Олонецкой губерніи.

ные куски, по формѣ напоминающіе параллелепипеды. Въ томъ случаѣ, когда форма кусковъ напоминаетъ кубъ, ее называемъ кубическою отдѣльностью, а если призму, то призматическою и т. д.

Вообще параллелепипедальная отдѣльность является наиболѣе свойственнаю гранитамъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ такая отдѣльность представляетъ значительную важность въ практическомъ отношеніи. Между прочимъ, можно указать на граниты ближайшихъ окрестностей Вѣны, которые, пользуясь ихъ отдѣльностью, употребляютъ какъ превосходный материалъ для мостовыхъ.

Если трещины въ горной породѣ идутъ по различнымъ направлениямъ и разсекаютъ эту послѣднюю на неправильныя массы, то такой отдѣльности даютъ наименование неправильной, поліэдрической отдѣльности.

Происхожденіе отдѣльности. Происхожденіе отдѣльности находится въ зависимости или отъ происхожденія самой горной породы, или отъ позднѣйшихъ на нее вліяній. По мнѣнію Котты, отдѣльность обусловливается быстрымъ или медленнымъ

отвердѣніемъ. Такъ, напримѣръ, отдѣльность можно наблюдать даже въ глине и стеклѣ: у первой при высыханіи, у второго при быстромъ охлажденіи. Изверженные породы обыкновенно гораздо сильнѣе другихъ разбиты трещинами и нѣкоторые думаютъ, что правильная отдѣльность происходитъ вслѣдствіе той силы, которая управляетъ и группировко элементовъ въ данной горной породѣ. Это мнѣніе основано, между прочимъ, на томъ, что въ шаровой отдѣльности часто можно наблюдать и расположение самихъ минераловъ, по крайней мѣрѣ, нѣкоторыхъ изъ нихъ, по направленію поверхности шара. Нужно замѣтить, что объяснить такую зависимость между шаровою отдѣльностью и расположениемъ минераловъ можно тѣми же причинами, какими легко, напримѣръ, объясняется легкій расколъ породъ, обладающихъ чешуйчатымъ или листоватымъ строеніемъ, на отдѣльные листочки или чешуйки, т.-е. тѣмъ, что трещины могли произойти въ зависимости отъ строенія горной породы. Происхожденіе отдѣльности можетъ быть поставлено, какъ наиболѣе вѣроятное, въ зависимость отъ механическихъ явлений.

Было показано раньше, что столбчатая или базальтическая отдѣльность можетъ произойти, какъ результатъ охлажденія, потому что при этой отдѣльности наблюдается извѣстного рода соотношеніе между поверхностью охлажденія и положеніемъ столбовъ. Еще изъ наблюдений братьевъ Рожеръ сдѣлалось извѣстнымъ, что въ Аппалахскихъ горахъ плоскости сланцеватости горныхъ породъ являются параллельными оси поднятія. Въ 1846 г. Бауэръ замѣтилъ то же самое въ рейнскихъ сланцеватыхъ горахъ. Здѣсь вся система слоевъ претерпѣла сильное давленіе по направленію съ юга на сѣверъ, вслѣдствіе чего произошелъ цѣлый рядъ складокъ въ горныхъ породахъ,



Фиг. 143. Результаты давленія на стеклянный брускъ (по опытамъ Добрѣ).

а въ слояхъ сланцевъ образовался рядъ трещинъ, разбивающихъ горную породу на отдѣльные куски, причемъ эти трещины расположились перпендикулярно давленію. Такія же наблюденія извѣстны и относительно породъ, безспорно эсадочныхъ, въ которыхъ точно также наблюдаются образованіе отдѣльности, повидимому, въ зависимости отъ вліянія механическихъ силъ.

Сорби одинъ изъ первыхъ пробовалъ примѣнить эту механическую силу къ объясненію происхожденія отдѣльности. Онъ смѣшивалъ пластическую глину съ жѣлѣзною слюдкою. Смѣсь приготавлялась по возможности однородно и въ ней, послѣ смѣщенія, листочки слюдки являлись расположеннымъ въ самыхъ разнообразныхъ направленіяхъ. Подвергая сильному одностороннему давленію эту смѣсь, Сорби замѣтилъ, что листочки слюдки приняли параллельное другъ другу положеніе и расположились перпендикулярно давленію. Тиндалль повторилъ тѣ же опыты надъ другими веществами: глиною, воскомъ, и дѣлалъ эти опыты безъ участія какого бы то ни было минерала, имѣющаго характеръ пластинки; онъ бралъ вещества чистыя и показалъ, что и при этомъ можно наблюдать то же самое явленіе, т.-е. что масса, подвергаемая одностороннему давленію, по окончаніи опыта распадается на пластинки, положеніе которыхъ перпендикулярно давленію. Позднѣе, Добрѣ произвелъ цѣлый рядъ опытовъ и пришелъ къ заключенію, что сланцеватость въ породѣ можетъ произойти подъ вліяніемъ давленія только въ томъ случаѣ, если сама масса способна расположить свои составные части такимъ образомъ, чтобы произошла сланцеватость, которая въ этомъ случаѣ будетъ перпендикулярна давленію. Наконецъ, тотъ же ученый еще болѣе новыми опытами показалъ, что для нѣкоторыхъ веществъ, какъ, напр., для веществъ стекловатыхъ, подъ вліяніемъ давленія получить сланцеватую отдѣльность невозможно.

Получаемая въ нихъ подъ вліяніемъ давленія отдельность является неправильно полиздрическою. Подвергая стеклянные бруски одностороннему давленію, Добрэ обнаружилъ въ нихъ послѣ опытовъ цѣлую систему трещинъ, идущихъ по разнообразнымъ направлениямъ (фиг. 111) и въ некоторыхъ случаяхъ весьма напоминающихъ тѣ системы трещинъ, которыхъ можно наблюдать въ древнихъ горныхъ породахъ. Объ опытахъ надъ вліяніемъ давленія на горныя породы еще будетъ рѣчь виереди.

МИНЕРАЛЫ, ОБРАЗУЮЩІЕ ГОРНЫЯ ПОРОДЫ.

Первое соприкосновеніе съ горными породами даетъ возможность различить въ нихъ определенное строеніе и отдельность, но при ближайшемъ знакомствѣ съ ними обнаруживаются и тѣ минералы, изъ которыхъ состоитъ данная горная порода.

По настоящее время, въ ряду минераловъ, образующихъ горную породы, отличаются по крайней мѣрѣ до 700 отдельныхъ видовъ. Впрочемъ, нужно замѣтить, что далеко не всѣ эти минералы находятся въ горной породѣ, какъ нормальная ихъ составная часть. Строго говоря, минераловъ—образователей горныхъ породъ, сравнительно немного. Изъ нихъ, безспорно, главными являются силикаты, а въ ряду этихъ постѣднихъ видную роль играетъ группа полевыхъ шпатовъ, которую принято въ петрографіи подраздѣлять на двѣ группы. Одну группу называютъ ортокластической и къ ней относятъ полевые шпаты, кристаллизующіеся въ одноклиномѣрной системѣ (ортоклазъ, санидинъ). Другую группу называютъ плагіоклазами, и относятъ сюда всѣ полевые шпаты, кристаллизующіеся къ трехклиномѣрной системѣ и способные давать, такъ называемые, полисинтетические двойники *).

Не менѣе значительную роль играетъ, какъ образователь горныхъ породъ, группа амфиболя, куда главнымъ образомъ относятся: авгитъ, роговая обманка, гиперстенъ, бронзитъ, діаллагъ и энстатитъ. Затѣмъ идетъ группа слюдь, среди которыхъ биотитъ (черная, магнезіальная слюда) и мусковитъ (блѣлая, каліевая слюда) являются господствующими. Нефелинъ, мелилитъ, лейцитъ и позеантъ встречаются какъ главная составная часть некоторыхъ породъ, и иногда какъ бы замѣщаются плагіоклазами.

*) Мы принимаемъ, согласно Чермаку, всю группу плагіоклазовъ, какъ смысль въ различныхъ отношеніяхъ двухъ крайнихъ членовъ: альбита (*Ab*) и анортита (*An*), т.-е. натріеваго и кальціеваго полевыхъ шпатовъ. По этому взгляду наиболѣе распространенные полевые шпаты можно характеризовать слѣдующимъ составомъ, удѣльнымъ вѣсомъ и содержаніемъ натра и извести:

Составъ.	Удѣльн. вѣсъ.	Натръ.	Извѣсть.
Альбитъ . . . <i>Ab</i> — <i>Ab_s</i> <i>An₁</i>	2,62—2,64	12—10%	—
Олигоклазъ . . <i>Ab_s</i> <i>An₁</i> — <i>Ab₂</i> <i>An₁</i>	2,64—2,66	10—6%	—
Андеzinъ . . <i>Ab₂</i> <i>An₁</i> — <i>Ab₁</i> <i>An₁</i>	2,66—2,69	—	6—10%
Лабрадоръ . . <i>Ab₁</i> <i>An₁</i> — <i>Ab₁</i> <i>An₂</i>	2,69—2,71	—	10—13%
Битовитъ . . <i>Ab₁</i> <i>An₂</i> — <i>An</i>	2,71—2,74	—	13—17%
Анортитъ . . <i>Ab₁</i> <i>An₆</i> — <i>An</i>	2,74—2,76	—	17—20%

Изъ другихъ минераловъ, которые наичаще являются образователями горныхъ породъ или даютъ имъ извѣстное наименованіе, слѣдуетъ упомянуть: турмалинъ, графитъ, гранатъ, оливинъ, кіанитъ, ставролитъ, цирконъ, хлоритъ, талькъ, серпентинъ, салитъ, зоизитъ, кварцъ и тридимитъ, рулитъ, титанистый и магнитный желѣзникъ, доломитъ, известковый шпатъ, ангидритъ, гипсъ, поваренную соль, а равно и ледъ, принимающей самостоятельное участіе при образованіи нѣкоторыхъ горныхъ породъ, представляющихъ довольно значительную мощность и значительное протяженіе.

Одни изъ перечисленныхъ минераловъ являются главными образователями горныхъ породъ, другіе—могутъ считаться случайными примѣсями, но, въ то же время, составлять для горной породы примѣсь часто довольно характерную. Такимъ минераломъ, напримѣръ, является оливинъ въ базальтахъ.

Изучая взаимное отношеніе минераловъ, составляющихъ горныя породы, можно прийти къ заключенію, что нѣкоторые изъ нихъ могутъ замѣщаться другъ другомъ. Такіе минералы называются петрографическими эквивалентами. Такъ, напр., черная слюда весьма часто замѣщаетъ роговую обманку; листочки графита являются замѣстителями слюды; нефелинъ, нозеантъ, мелилитъ и лейцитъ являются петрографическими эквивалентами плагіоклазовъ. Для нѣкоторыхъ минераловъ ихъ петрографическая эквивалентность, какъ увидимъ далѣе, представляетъ тѣсное генетическое соотношеніе. Петрографическая эквивалентность двухъ или нѣсколькихъ минераловъ и процессы ихъ видоизмѣненій въ настоящее время довольно легко объясняютъ причинность этого явленія. Относительно другихъ въ настоящее время сказать этого нельзя.

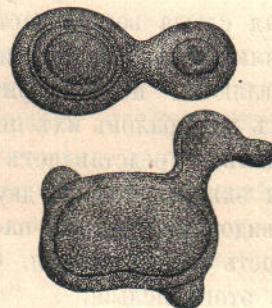
Постороннія массы въ горныхъ породахъ.— Во многихъ горныхъ породахъ встречаются включения минеральныхъ агрегатовъ, представляющихъ болѣе или менѣе опредѣленную форму. Такимъ включениямъ даютъ наименованіе конкреций и секрецій.

Конкреціи или стяженія представляютъ группировку минерального вещества, произшедшую въ горной породѣ, вокругъ какого-либо посторонняго тѣла. Кусочекъ гранита или составной его части, а равно и окаменѣлость, можетъ въ нѣкоторыхъ глинахъ или другихъ породахъ вызвать вокругъ себя скопленіе минерального отложения болѣе или менѣе разнообразной формы, причемъ эти отложения могутъ состоять или изъ группы кристалловъ, или принимать шарообразную форму, или форму эллипсоидовъ; иногда нѣсколько такихъ своеобразныхъ образованій могутъ соединяться другъ съ другомъ и давать весьма сложную форму, какъ, напримѣръ, на прилагаемомъ рисункѣ (фиг. 144). Въ извѣстныхъ иматровскихъ камняхъ можно видѣть подобного рода конкреціи или стяженія, вызванныя не чѣмъ инымъ, какъ скопленiemъ рухляка вокругъ песчинки или кусочка гранита. Верхній рисунокъ представляетъ довольно обыкновенную бисквитообразную фигуру, встрѣчающуюся въ глине окрестностей водопада Иматра; нижній—форму довольно рѣдкую. Конкреціи иногда принимаютъ форму желваковъ,

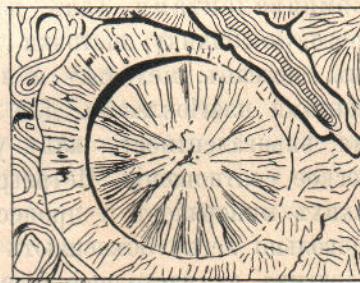
какъ бы почкообразныхъ и т. п.; вообще разнообразіе въ характерѣ ихъ въ высшей степени значительно.

Нѣмецкіе ученые выдѣляютъ, подъ особымъ названіемъ септарій, образованія, аналогичныя конкреціямъ, но разбитыя внутри радиальными и часто весьма неправильными трещинами; кромѣ того и въ самой формѣ — чечевицеобразной — видѣть также поводъ выдѣлять такія образования подъ особымъ именемъ. Септаріи болѣею частию бываютъ образованы известковымъ, желѣзнымъ и бурымъ шпатомъ и наиболѣе типичныя встречаются въ юрскихъ и мѣловыхъ глинахъ и въ лессѣ (септаріямъ изъ послѣдняго въ Россіи даютъ название журавчиковъ, въ Германіи — *Lösskindchen*, *Lösmännchen*). Минеральными веществами, образующими конкреціи, обыкновенно бываютъ: гипсъ, рухлякъ и известковый шпатель (въ глине), сѣрный колчеданъ (въ сланцеватой глине), и кремень (въ мѣлу).

Подъ именемъ секрецій или выдѣленій понимаютъ также позднѣйшія образования въ горной породѣ, происшедшія путемъ выпол-



Фиг. 144. Конкреції (иматровскіе камни).



Фиг. 145. Секреція.

ненія полостей или пустотъ минеральными массами при помощи растворовъ (фиг. 145). Въ вышеприведенной миндалевидной структурѣ, отдѣльные миндалины, выполняющія горную породу, представляютъ не что иное, какъ секреціи. Нужно замѣтить, что невсегда, при образованіи секрецій минеральными массами, эти послѣднія занимаютъ всю нѣкогда бывшую полость, онѣ могутъ не выполнить ея и оставлять въ ней свободное пространство. Въ этихъ внутреннихъ свободныхъ пространствахъ, въ свою очередь, могутъ выкристаллизовываться минеральные массы, образуя на внутренней поверхности такихъ полостей кристаллическія друзы минераловъ.

Кромѣ того въ образованіи секрецій могутъ принимать участіе не только одинъ, но и пѣсколько минераловъ, а послѣдовательность ихъ отложенія въ секреціи, очевидно, можетъ указать на характеръ минеральныхъ растворовъ, послѣдовательно смѣнявшихъ другъ друга при выполненіи полости. Слѣдующіе минералы наичаще являются образователями секрецій: кварцъ, аметистъ, халцедонъ, известковый и бурый шпатель, цеолиты, деселитъ, эпидотъ, желѣзный блескъ и др.