

ЈОВАН М. ЖУЈОВИЋ и Д-Р ВЛАДИМИР К. ПЕТКОВИЋ
ПРОФЕСОРИ ГЕОЛОГИЈЕ НА УНИВЕРЗИТЕТУ У БЕОГРАДУ

ГЕОЛОГИЈА

КЊИГА ПРВА

ОПШТА ГЕОЛОГИЈА

од

Ј. М. ЖУЈОВИЋА

КЊИГА ДРУГА

ИСТОРИСКА ГЕОЛОГИЈА

од

Д-Р В. К. ПЕТКОВИЋА



ДРЖАВНА ШТАМПАРИЈА
КРАЉЕВИНЕ СРБА, ХРВАТА И СЛОВЕНАЦА
БЕОГРАД — 1923

ОПШТА ГЕОЛОГИЈА

ОД

ЈОВАНА М. ЖУЈОВИЋА

ПРОФЕСОРА ГЕОЛОГИЈЕ НА УНИВЕРЗИТЕТУ



ДРЖАВНА ШТАМПАРИЈА
КРАЉЕВИНЕ СРБА, ХРВАТА И СЛОВЕНАЦА
БЕОГРАД — 1923

ПРЕДГОВОР.

Књига је ова извод из једнога дела Геологије, коју сам, у пуној њеној опширности, предавао, од оснивања катедре за ову науку у некадашњој Великој Школи (1880. г.) у Београду и чије поједине огранке и сада још предајем на Универзитету. Књига је, по томе, намењена у првоме реду студентима, који у разним универзитетским Факултетима уче Геологију.

У предавањима сам свагда обраћао пажњу, у колико се то могло, и на примену Геологије. Међ разним специјалним курсевима, држао сам много година нарочити курс *Техничке Геологије*, само за техничаре. А када је недавно на београдском Универзитету отворен Пољопривредни Факултет, мени је учињена почаст одлуком, да ја отпочнем у њему предавања *Агрогеологије*. За њу је и у ову књигу унето много више података но за Техничку Геологију, која је већ добила нарочиту катедру.

Како је Геологија неким студентима главни и стручни предмет, а другима само помоћни и споредни, то ми се учинило оправдано, да се збијеним слогом наштампа оно, што је више специјално или мање важно но текст обичнога слога.

Приметиће се, јамачно, да је у овоме уџбенику врло мало место дато сликама. То је учињено, прво, из обзира на штедњу, јер би се иначе удвојила цена књизи и учинила је можда недоступном многим сиромашним ученицима. А друго, искуство ме је уверило: да су многобројне слике, којима се све више претрпава већина страних уџбеника, излишне за вишу наставу; да су за разумевање предмета довољне и њихове шемске слике; да је потребно да се мишљење ученика што дуже задржи на самоме тексту.

Предавајући ову науку више но четири деценије школских година, ја сам је излагао по врло разним распоредима, јер сам желео да се у нашој Школи изложе све системе по којима се Геологија предаје у страним школама. Ученици су имали прилике да се познају са главним делима што их изразише Немци: Креднер, Кајзер, Гимбел, Рот, Рине, Рајер, Гајниц, Хауер,

Тула, Најмајер; Французи: Лемери, Добре, Контжан, Лапаран, Ог; Енглези: Лајел, Гики, Дана; Руси: Мушкетов, Иностранцев. У свакоме је другојачији обим предмета, распоред градива, и начин излагања; али, наравно, главна садржина увек је иста. Познавалац дела тих аутора запазиће, можда, у овој књизи трагове из тих узора, негде више, негде мање; али ја и не полажем права на неку оргиналост, иако је у неколико има не само у скраћеном облику целине, већ и у распореду и обради извесних делова. — Као што се на универзитетским предавањима мора сваке године водити рачуна о новим тековинама науке, тако сам се при последњој изради овога списка морао обазрети на књиге, које су за време и после Рата наштампане. То су нови немачки уџбеници Шафера, Торнквиста, последња издања Кајзера и Најмајера и амерички уџбеник Пирсона и Шухерта. Усвојене су из њих неке новости, које су важне и доказане.

Када се ова наша *Општа Геологија* упореди са страним, приметиће се, да је у њеном првом делу изостављено много од онога што је уобичајено уносити у уџбенике Геологије; изостављено је, на пример, излагање о облику и величини Земље, о њеноме кретању, магнетизму, електрицитету и т. д.; јер се то изучава подробно у Математичкој и Физичкој Географији. О атмосфери и водама, надземним и подземним, и о организмима и т. д., ту се говори у колико они имају неког геолошкога значаја. И вулкани су ту приказани краће но што је обичај, јер се о њиховим производима говори опширније у другим одељцима, о Постанку Стена и Планина. Творачки рад, геолошких сила излаже се такође у тим одељцима, другом и трећем. Због тога се неке ствари понављају, али то мало понављање бива са неке друге тачке гледишта и није штетно.

Други део ове књиге, Петрогена Геологија, сразмерно је опширнији но остала два, опширнији но у већине страних уџбеника. Али се и на страни осећа потреба, да се Петрологија врати у оквир Опште Геологије, пошто су у новије доба питања стварања стена узела превагу над чисто петрографским питањима, која су сада, усавршеним методама истраживања, већ готово сва решена. Опширност је овде оправдана тиме, што су стене попришта многих, разноврсних и важних геолошких процеса, који нам објасњују њихово постајање, преображавање и нестајање и што се о те преплетене петрогене појаве друге науке не отимљу толико, колико се отимљу о друге неке одељке Геологије. — А да се ученицима Геологије обрати већа

пажња на стене, разлог је и тај, што стена има тако рећи свуда. И свуда се могу посматрати не само њихове петрографске особине, већ и многи процеси њихова живота. Јер и стене живе; оне се рађају, преображавају и нестају, па тиме и оне дају повода детаљном проматрању и научноме умовању, као и какав други живи створ.

У овоме уџбенику дато је доста места и подацима о највишем слоју на површини Земље, о земљи на којој биље расте; — више но што се то чини у обичним уџбеницима Геологије. Као што је Дарвин с правом приметио, да су стручни ботаничари доста занемарили изучавање баш оних биљака, којима се људство од памтивека храни, тако би се и геолозима могло пребацити, да су најмање пажње обраћали том највишем слојићу земље, који је целом Човечанству најкориснији. О њему су се бавили само земљорадници, агрономи, али без довољно за то потребних знања из помоћних наука. А рудина је велика лабораторија разноврсних процеса, хемиских, физичких, геолошких и биолошких; у њој непрестано раде: атмосфера, влага, вода, топлота и организми; она је пуна живота; у њој се нешто непрестано дешава, гмиже и пр. вири. Отуда настају компликације, које често збуњују и земљорадника и ученога агронома. Једна шака земље орнице може, кашто, да забуни и геолога више, но када се нађе пред неким питањем, чије решење ваља тражити у дубоким регионима земљине коре.

Да Петрогеној Геологији дадем оволико места у Општој Геологији побудило ме је и то, што Србо-Хрвати, који имају добрих уџбеника за средње-школску наставу Геологије, немају ни једнога за вишу наставу; — што имају *Петрографија* и много ваљаних оргиналних петрографских студија, а немају ни једне *Петрогеније*. Оправдано је, дакле, што се стварању главног дела тела земљинога дало онолико места колико га заслужује.

Како се врло многе стене данас не стварају на очиглед, већ су се стварале у дубинама, до којих не допире тачно проматрање, то је неизбежно било, да се у овоме делу Геологије теорије и хипотезе помињу више но у другим њеним деловима, где су наведене само оне које имају утицаја на развиће наука. Признајући да наука живи и напредује и од теориских идеја и хипотеза које се у њу уносе, ипак мислим, да им се у уџбеницима не мора дати онолико места, колико га у универзитетским предавањима треба да имају.

У трећем делу ове књиге изложени су основи науке о Постанку Планина. Како се у последњим деценијама изучавање

грађе и постанка планина почело сматрати као најнаучнији и најважнији део наше науке, то сам основе Орогеније истакао као нарочити засебан део Опште Геологије, мада он по стварној величини свога програма не одговара величини претходних делова. То планине заслужују већ и зато, што се само по њима види све градиво земљине коре и највећи део разноврсних геолошких појава, који се на Земљи дешавају.

Другу књигу ове Геологије: *Историску Геологију* израдио је г. Д-р В. К. Петковић, професор Геологије на Универзитету. Мада смо се споразумевали о програму и обради ових књига, ипак је сваки од нас задржао слободу рада и узео одговорност за свој део рада и изражавања.

Трећа књига ове Геологије треба да буде *Геологија Балканског Полуострва*. Она је до сада једино на београдскоме Универзитету предавана стално, било у целини било по појединим регионима или формацијама. Спремиће се за штампу када се раније обрађено градиво допуни геолошким новостима, које су којегде на страни објављене за време Рата.

У овој мојој књизи приметиле се неко колебање у употреби српско-хрватских назива за понеке геолошке појаве и предмете. Од страних научних израза задржани су они, који су употребљени у свима страним језицима, и који су у нашој терминологији већ толико одомаћени, да би штетно било избацити их и преводити. Из народнога језика, који је збиља богат, унето је доста речи, које ће се моћи у геолошкој науци корисно употребити, када се временом буду за одговарајуће предмете и појмове јаче привезале. Избегавано је неко одлучно наметање познатих и „ковање“ нових израза. Будућа настава у нашој новој Отаџбини треба, више но до сада, да води бригу о изједначавању српско-хрватске научне терминологије у опште, па дакле и о геолошко-географскоме речнику. Тај посао треба да ради поглавито виша настава у Факултетима садашњих Универзитета, за које се, по једноме срећноме надахнућу, пројектује, да образују једну органску целину, као један Универзитет Југославије. Факултети су лабораторије науке и мишљења; они спремају стручне наставнике свију наука, стручне обрађиваче наука, и писце стручних научних књига — па је оправдано желети, да Факултети буду што живљи творци чистог и тачног, научнога језика Србо-Хрвата.

Београд, 1923. год.

Јован М. Жујовић

ПРИСТУП.

Обим и деоба Геологије. — Геологија би по значењу ове речи требала да буде целокупна наука о Земљи, али би јој онда обим обухватао врло многе и разне науке. Ако би хтела да почне с почетка имала би да прати Земљу још од тренутка када се издвојила као засебно тело у васиони, те да проучава њене астрономске особине, па затим њене физичке особине, а то је предмет нарочитих наука, Астрономије и Геофизике. Ако би се задржала на садашњем стању земљине површине и детаљно га проучавала, она би у своме обиму још задржавала Геоморфологију, која је са Физичком Географијом већ прешла у област Географије.

Сведена у своје праве границе Геологија има да опише градиво од кога је Земља, како оно постаје и промењује се, како је с тим градивом Земља саграђена и како је она цела постајала и променивала се. Од Земље је проматрањима доступан само њен спољни мали део, један део тако зване коре; главни јој средишни део, који се зове језгро („централна маса“), скоро је сасвим недокуљив.

Градиво у земљиној кори јесу стене. Наука која се нарочито и свестрано о њима бави зове се Петрологија; а Петрографија је онај део њен у коме се описују особине основнога градива стена. А основно градиво стена јесу минерали, па одељак науке о минералима у стенама зове се Петрографска Минералогика. Одељак науке, који излаже како су стене у кори земљиној распоређене и на који начин склапају целу њену грађевину зове се Тектоника или Геотектоника.

Велики је одељак Геологије у коме се изучавају садашње геолошке појаве на Земљи, силе које их изазивају и резултати рада тих сила. Ту се изучава: како на камениту кору, литосферу, утиче атмосфера, која своје талогне пушта на Земљу и у њу, а како хидросфера, која покрива две трећине земљине површине; какве су појаве у зависности од језгра земљиног и има ли каквог утицаја

на Земљу органски свет — биосфера. Тај део науке о геолошким силама зове се Геодинамика или Динамичка Геологија. — Поједини одсеци Геодинамике постали су предмет специјалних занимања научника. Вулканологија изучава до ситница све вулканске појаве. Она је негда обухватала и науку о трусовима; али како садашња наука трусове не доводи у везу само са вулканима већ и са другим, тектонским, покретима делова у кори, то је био разлог више да се Сеизмологија издвоји у засебну област. Глациологија изучава леднике у садашњости и прошлости, а Спелеологија пећине и друге сродне појаве у кршноме земљишту; обе се пак придружују сада радије Географији. За Геологију је од изванредне важности Петрогенија (Петрогенска Геологија) која изучава резултате рада геолошких сила с погледом на стварање и претварање стена. Она је постала врло тачна наука од како су не само добро проучени физички, хемиски и биолошки процеси на Земљи, већ и од како је већина и петрографских минерала и врло много њихових агрегата вештачки произведено. Ова тековина Геодинамике допунила је описну Петрографију до научне целине, до Петрологије, (или Литологије), јер су природни предмети истом онда добро и научно познати када се зна и начин њихова постанка. С тога разлога у овоме је уџбенику Опште Геологије Петрогенији дато сразмерно више места но што се обично чини. Сем тога с правом се може рећи да се историјом стена најбоље објашњује историја земље у којој су.

То што важи за поједине групе предмета од којих је земљина кора, важи и за њу целу. И она је истом онда потпуно разумљива када се зна не само њено садашње стање, већ и све раније промене кроз које је пролазила и узроци тих промена. О томе се бави Историска Геологија, која се обично зове Стратиграфија за то што су слојеви (strata) материјални остаци и представници појединих фаза земљине историје. Ова испитује све шта се, када, како и зашто дешавало, стварало и мењало; какви су били одношаји између мора и копна; шта је у овима и на њима живило, и под каквим се климским и другим погодбама развијао живот у појединим геолошким периодама; које су планине у њима постајале и т. д. На основу огромних и разноврсних података што их је Историска Геологија сакупила, развиле су се Палеогеографија, Палеоклиматологија, Стратиграфска и Општа Палеонтологија (Палеозоологија и Палеоботаника са геолошком Филогенијом), која имена сарзначавају задатак и садржину наука којима су дата.

Сви поменути одељци велике науке о Земљи баве се обично са по једном извесном категоријом геолошких предмета и појава, а

Топографска Геологија има да их све скупа изучава у појединим географским регионима. У првоме реду и највише она има да утврди: из којих је стратиграфских чланова створена дана географска област, како су они измеђ себе сложени и у колико су на површини земље распрострањена. Она даље има да изради геолошке карте и профиле појединих региона. Оваква локална, регионална Геологија не може се сматрати као неки засебни одсек науке Геологије. Мало више научне индивидуалности задобија Регионална Геологија када обухвати и изучава геолошки састав и структуру оних географских области, које су у стратиграфскоме и тектонскоме погледу довољно индивидуалисане да изгледају као природне, засебне целине. Ова ниче из обичне Топографске Геологије, која се од самога почетка геолошких истраживања највише обрађивала за то што су геолози обраћали пажњу прво на геолошки састав своје околине и оних места где има руда или где се догађају знатне геолошке појаве.

Општа Геологија има задатак да изложи данашње материјално стање Земље и дејство данашњих геолошких сила на њу, како би се разумела њена целокупна грађевина и њена разна стања у прошлости. Имало је разлога што је она негда излагала, па и сада врло често излаже, астрономске, геофизичке, морфогенетске особине Земљине; али је, изгледа, дошло време да се ови одељци оставе другим наукама које их радо прихватају. Програм Опште Геологије треба, дакле, да обухвати ове одељке:

1. Геодинамика; рад сила које данас дејствују на површини Земље и у њеној унутрашњости;
 2. Петрогенија; постанак главног градива Земље, стена.
 3. Геотектоника, постанак планина.
- Са тим је садржајем израђена ова књига.

Методе у Геологији. — Да би се како ваља могли проучавати околико разноврсни предмети и појаве у делокругу Геологије, потребно је бар у неколико знати много предмета и правила из области Физике, Хемије, Минералогije, Зоологије, Ботанике, Географије, Климатологије па и Астрономије. Потребно је методе ових наука о Природи применити на проучавање геолошких појава и предмета. — У првоме реду потребно је пажљиво проматрање предмета, — па ничим непомућено тумачење појава и логично извођење закључака о њиховим узроцима и последицама.

Прави методски пут и у Геологији је, као и у другим областима научнога мишљења, када се полази од познатог и простог ка непознатоме и ономе што је можда више сложено; и када се полази од

онога што се сада на површини дешава и види ка ономе што сада бива у дубини или се може бити у даљој прошлости Земље дешавало. Ова тако звана онтолошка метода довела је и геолошку науку до врло добрих резултата. Један од ових јесте, да се сазнање узрока и последица садашњих појава сме применити на тумачење сличних појава и у прошлим геолошким временима. Да би се, на пример, разумеле прилике у којима су неки састојци земљине коре постали, ваља проматрати како данас они постају; јер данас се стварају на познате начине врло многе стене, па је слободно веровати, да су на исти начин постајале исте стене и у прошлости.

Експериментална метода дала је и у Геологији врло добре резултате и то скоро у свакој њеној области. Вештачки произведени минерали и стене произведени су средствима, којима и у природи постају. Вештачки је из обичнога кречњака направљен мермер, из угљеника дијамант, из чамовине антрацит, из тресета и целулозе камени угаљ. Петролеум је направљен од рибљег зејтина и од неких биљака и од неких материја које нису ни биљне ни животињске. Вештачки су произведени вулкански конуси, кратери, експлозије, лавичне стене, земљотреси, камене боре, прслине, раселине. Вештачки је направљен округласти шљунак, ситан песак и муљ, истоветни са онима у рекама. — Експериментима је произведено толико разних природних предмета и појава, да се сада с правом пишу књиге о Експерименталној Геологији.

Успело се наградити и камење идентично са камењем што из неба пада. Наш метеорит из Соко-Бање награђен је и вештачки. С тога се почело говорити о Геологији Неба, и Упоредној Геологији, чија је једна од најважнијих поставака: да су минералне материје на небесним телима и на Земљи једнаке, па дакле да могу бити једнаке и прилике под којима оне постају.

Када се деси, да се нека врста геолошких појава не може растумачити ни довољно тачним проматрањем, ни логично изведеним и оправданим закључцима, ни експерименталним путем, или када се имају предмети који се данас на очиглед не стварају — онда је допуштено правити претпоставке и теорије. Хипотезе су допуштене оне које се не косе са физичким, хемиским и биолошким законима; а оправдане су када нас колико-толико истини приближе. Неке су хипотезе и у Геологији помогле да се дође до неоспорних закона.

Примена Геологије. — Геолошка знања потребна су и примењена у врло многим практичним радовима.

Рударство је негда било чисто емпиричко; а добило је сигурнију, јер научну основу, од како се руководи геолошким подацима. Однос рудних маса међу собом и са околним стенама, и начин њихова постанка и вероватнога протезања има узрочне везе са геолошким саставом терена. С тога ће геолог моћи корисно помоћи рудару у решавању питања: да ли да се на неком месту рудник отвара и где да му се поставе окна и поткопи; да ли да се неко рударско предузеће на време напусти; ово последње нарочито у случајевима када се тиче експлоатације корисних материја које леже кадшто у великим дубинама, као на пример со и камени угаљ.

Архитекте и Инжињери треба да познају састав и структуру грађевинскога камена, где се он и како налази, како се држи под утицајем „времена“ (ваздуха, кише, мрза) и притиска; треба да знају какво је земљиште на коме мисле подизати грађевине, градити путеве, пробијати тунеле и усеке, подизати насипе, наводњавати, одводњавати, сузбијати бујице, регулисати потоке и реке.

Јавна Хигијена и Санитет брину о снабдевању насеља пијаћом водом и канализацији, о наласку и чувању лековитих вода и т. д., за шта је потребно неко извесно познавање постанка и кретања подземних вода. Без геолошкога познавања терена не сме се предузети бушење артеских бунара.

Земљорад се од вајкада оснивао само на искуству и на познавању особина Земље која се обрађује, само по њеној родности; а модерна, научна Агрономија морала се сасвим ослонити на Геологију.

Учени агроном мора знати много више но обични земљорадник. Он мора добро познавати стене чијим распадањем постаје ораћа земља; мора знати силе које то распадање проузрокују, и снаге које распадину носе до места где ће се уединити. Мора познавати хемиска и физичка својства појединих врста земаља, својства подине ораћој земљи, понашање земљишта према води, ваздуху и другим материјама које у себе природно прима или му се додају. Подина орнице варира врло много, а рудина на њој још више. Детаљно изучавање физичких, хемиских и биолошких особина тла толико је разгранато, да се одвојило у делокруг засебне науке Педологије; а половина ове науке оснива се на подацима Геологије (динамичке и петрографске). — Стратиграфија ће научити агронома где може тражити минералне материје повољне за поправку културнога слоја Земље (фосфати, гипс, со, лапор, песак, глина, кречњак). — А тако зване агрономске карте у суштини нису друго до врло детаљне геолошке карте.

Познавање тла помаже агроному да одреди ваљали га употребити преимућствено за сенокосе, шуме или за орање; да дозна зашто се где баре и мочари одржавају, могу ли се и како исушити; да зна

како кишница понире у земљу, где се подземна вода скупља, како извори избијају, могу ли се умножити и појачати, где ће се копањем бунара највероватније доћи до „жице“ и издани.

Многи одељци Геологије излишни су агрономима, али и ови који су му потребни изискују толико специјалне обраде, да је оправдано што се то све скупља у нарочиту Агрогеологију, као што и Техничка Геологија, скупља и детаљно обрађује нарочито оне делове Геологије који се највише тичу Рударства, Грађевинарства, Инжињерства, Технологије.

Најзад ваља поменути да се Геологија показала потребна чак и вештини Ратовања, јер је разумевање географских карата ратишта олакшано знањем геолошке структуре терена; јер је потребно дознати је су ли терени скважљиви или не, где ће се бунари копати, с колико се снаге и брзине могу копати ровови и подизати шанчеви и т. д. Немци су после потоњег Рата почели већ писати о некој засебној Kriegsgeologie (Ратна Геологија) која неће бити ни од какве користи Човечанству.

ДЕО ПРВИ.

ГЕОЛОШКЕ СИЛЕ

— ГЕОДИНАМИКА —

Динамичка Геологија изучава појаве, које се данас на Земљи дешавају, и силе које те појаве изазивају, и последице рада тих сила у погледу одржавања, стварања и промењивања Земљине коре. Геолошке су појаве врло разноврсне; а узроци њихови груписани су у две велике врсте. Једнима је средиште у главној маси Земље, у њеној унутрашњости и потичу непосредно или посредно од топлоте те масе и од њенога хлађења. Врсте појава везане за ову подземну, основну и свеопшту силу зову се ендогене појаве. — Друга је врста оних појава, које се дешавају под утицајем спољашњих фактора: ваздуха, воде и организама, чија снага има свој крајњи извор у сунчаној топлоти која до Земље допире. Ове се појаве зову егзогене. Оне се дешавају на површини Земље или близу до ње, те се лакше но прве могу проматрати и узроци им поузданије дознавати.

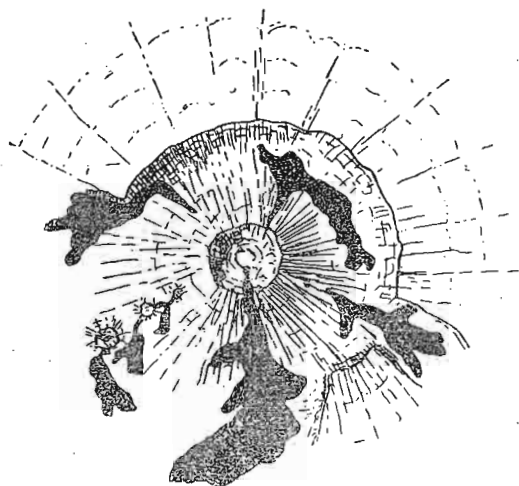
РАД ПОДЗЕМНИХ СИЛА.

— ЕНДОДИНАМИКА — АБИСОДИНАМИКА —

Ендодинамика обухвата скуп свију појава у којима се обелодањује и троши унутарња топлота земљина. Та се топлота најјаче појављује у вулканским ерупцијама, у гејзерима и другим топлим дубинским изворима. Њено се дејство појављује и у последицама хлађења земљине коре, као што су трусови, колебање морских обала и континената, издизање планина. Појављује се и у оним знатним променама минералскога састава и структуре слојева, које долазе усљед механичнога притиска и називају се динамометаморфозе. О њима ће се говорити у одељку о постанку стена, да се не би одвојиле од осталих исто тако важних петрогених појава. Постанку планина посвећен је нарочити одсек књиге, да би овај тако важни геолошки предмет био изложен у целини; ту су процеси дислокација заједно са својим главним резултатима.

ВУЛКАНИ.

Вулкан је место на Земљи, где је она толико дубоко отворена да из њене вреле унутрашњости могу на површину да избијају топле паре и гасови, врућ пепео, усијано камење и растопљене стене. Овај избачени материјал нагомилава се око отвора и гради вулканске брегове, који су обично купастог облика. Њихов битни део јесте канал, којим се одржава саобраћај површине са оном дужином на којој је



Слика 1. — Проста скица Везува, када се на њега гледа озго. У средини је купа садашњег вулкана, Везува; а полукружни спољни оквир његов јесте остатак старог вулкана, брег Монте Соме, који је од садашњег одвојен дољачом Атрио дел Кавало. Црном бојом означени су сливови лаве, од којих су два изишла из самог кратера, друга два из бочних отвора на купу. На падини се виде и три мала излива из три споредна кратерчаћа поврстаних један изнад другог дуж једне пукотине.

не наступају на један мах већ им претходе често ове појаве: из вулкана почну избијати димови већи но обично; земљиште се око њега затреса и чује се подземна тутњава. Бива да у околним бунарима вода усане, да неки извори пресуше, а неки се нови појаве — а то су последице стварања нових прслина услед нових трусова. У Неапољу се по подручјима појави угљен диоксид на неколико недеља пре но што ће почети јака ерупција Везува, те се и та појава с правом сматра као њен претеча.

унутрашња топлота толико велика, да се у стању растопа држе не само метали већ и најмање топке силикатне материје. Канал се тај на врху завршује звкастим удубљењем које се зове кратер (ждрело, гротло вулкана).

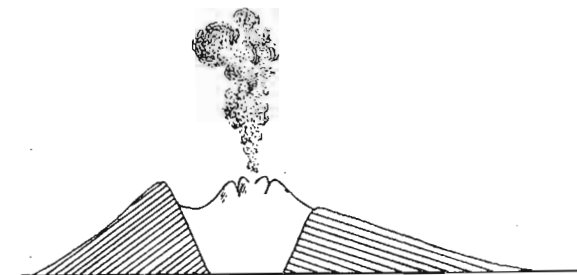
Као пример обичног вулкана најчешће се наводи Везув, чије су просте скице представљене на сликама 1. и 2.

Рад вулкана. — Вулкан може бити отворен и радити или мировати. Каже се да мирно ради када из њега излазе само мале количине димова и гасова. А када се ови намноже и са експлозијом сукљају, а уз њих излеће пепео, пепео, шљунак, па почне куљати и лава, онда је вулкан у ерупцији. Јаке ерупције

Ерупција почиње ломњавом у кратеру.

Ломе се у неколико његове унутрашње стране а поглавито делови од претходне лаве, којом је запуштен канал, када се она при крају свога изливања и у њему закаменила. Експлозије гасова избаце на

поље прво те рушевине, па отворе пролаз димовима са дељићима захваћеним из саме лаве. Први силни бусови избијају право у висину и граде као неки велики стуб од дима, кога струје на висини развучу у „пинију“ — перјаницу. Бивало је да се, при мирноме времену, стуб



Сл. 2. Замишљени вертикални пресек Везува, чији се кратер и сада дими; он је у средини давно угашене Монте Соме. Ова проста шема представља и друге вулканске брегове сложенога састава, чији су делови створени у двема врло размакнути периодима ерупције.

дим пење у висину од неколико километара. Обично је много нижи. При јакоме ветру повија се и полеже по самоме брегу. Димови су ови тамни од многога пепела у њима.

Понајстрашнији су били „врели облаци“ (од 1100⁰) какви су 1902. г. избијали из вулкана Пеле на Мартиници, па као врели, пепелом препуњени вијори од водене паре и гасова сручили се низ падине брега до у море. По тлу, преко кога су сјурили, остао је прави хаос од вулканскога крша: стећици, рипе, бомбе, пепео. Овакав необични усов од паром прожетог пепела („прпа“) спушта се низ брдо већ и самом својом тежином; а бусови дима у облацима избијали су косо низ стрмен потиснути експлозијама из бочних ждрела на вулкану. — У диму имало је највише (до 99%) водене паре, нешто исконске (јувенилне), нешто од влаге у стенама, а и од друге воде у кори земљиној. Сем тога, у њему и у познијим гасним еманицијама било је сумпор водоника, угљене, хлорне и сумпорасте киселине, хлора, водоника, азота, бора ит.д. који гасови врло често ветре и доцније из лаве.

Пројектили. Комади које прве експлозије избацују зову се алотигени, јер су од стена раније створених, а познији изметци зову се аутигени, јер се откидају од лаве која ће истом да се појави. Ови су комади од лавине пене и згуре (шљаке), вулканске бомбе („сузе Везувове“), шљунак или лапили, стаклена зрна или влакна („косе Пелине“), песак од разних кристалића из лаве и пепео од у прах стрвене лаве. Ови изметци падају око конуса према својој тежини: нај-

тежи, рипе и крупице, падају натраг у кратер и близу око кратера; шљунак пада даље од њега, а пепео још даље. Када ветар подухвати пепео може да га однесе врло далеко од вулкана. У VI-ом веку пепео Везува падао је по Цариграду, 1905 по Далмацији, а изгледа и по Подрињу.

Киша која често пада при ерупцијама помешана с пепелом гради муљ, који као блатни усов сјури с брда и заспе места у подножју често врло дебелом масом туфа, као што се десило у Помпеји 79-те године по Христу и Тамбори на острву Зумбави 1815 г.

Лава. — Лава се почне изливати обично када ослабе експлозије у кратеру и изметање дробине и димова. Ретко се излива из средишног, главног канала, из самога ждрела у котлу на врху (калдера), у коме се случају за ерупцију каже да је централна. Па и тада се сасвим изузетно излива равномерно преко целог обода његовог (Котопакси 1877 год.) већ пробија на једној страни. Тако се и граде „шорави кратери“. — Обично се лава излива из побочних гротла или пукотина — пукотинска ерупција, — које се отварају усљед трусова, експлозија, а и усљед притиска тешкога стуба лаве у главном каналу, који је на Етни висок 3000 м, а на Котопакси 6000 м. Када на једноме вулкану има више пукотина, тада се пружају зрочно од средишта, или упоредно међу собом. На Етни их има разних ширина почев од 2 м., а дужина достиже и 20 километара. У год. 1879 на Етни се отворила читава једна зона пукотина од 100 и 200 м. ширине на дужини од 10 км. — По негде се пукотина веома проширила или се више њих од једном отворило те је лава излазила великим обимом као из каквог језера (ерупција ареална, „пљоштинска“). Изгледа да оваква широка изворишта лаве постају усљед разгранатих и укрштених прслина (групе и зоне пукотина), усљед неправилности терена и учестаних експлозија, које померају тачке удара, и усљед механичког раскидања дуварова отвора и растапајућег рада лаве.

Брзина лаве. Када лава почне да тече кроз неки нижи бочни отвор она с почетка може да шикља у висину, под хидростатичким притиском стуба лаве у главном каналу. Велики параболски скокови лаве били су на Везуву 1749 г. а на Етни 1832 г. За тим тече као река већом или мањом брзином. Има лава које су врло течне, скоро као вода и брзо јуре, скачу преко прёпона (лавин слап, рипалка). Друге пак једва миле. Брзина лаве зависи од њене густине, масе и нагиба земљишта. Већа је по матици слива но по боковима, већа у горњем току но у средњем и доњем. Она све више опада што се лава више хлади. Обична брзина лава на Везуву у почетку је 3,5 до 7,5 км. на сат.

Топлота је лаве такође различна. Просечно је 1100°, дакле врло висока, но увек нешто нижа од топлоте на којој се топе обични минерални састојци лавичних стена. Али се по својој периферији доста брзо хлади и скори.

Кора се стврдњава по горњој површини лаве и при дну. Тако се од ње начини као неки олук или тунел, кроз који лава даље тече. Кора је ретко кад глатка, већ је рапава, шупљикава, збрчкана, са великим мехурима па и пећиницама, са комадима шљаке, који се по сливу лаве крећу као морене по глечеру. Кроз кору по некада искуља нешто лаве и сагради споредне купце (адвентивни конуси). Када се горња површина уједињено скамени може човек по њој ићи и када је унутарња маса лаве још усијана и течна. Кора задржава силину јаре од лаве. Дрва лавом обгорела на Етни (1865 год.) остала су жива, а лед се на томе вулкану није сав стопио под његовим врућим пепелом и лавом.

Величина једног слива на Мауна Лоа (на Хаваји) 1855 г. била је 100 км. дужине и 4800 м. ширине и до 100 м. висине. Скаптар Јекул на Исланду дао је један покров од базалта 30 м. дебел, 45 км. широк и 40 км. дугачак. Тамо су све долине више пута испуњаване лавом од 20 до 50 м. висине. Спрам тих величина стоји друга крајност када искуља само мало згуре и начини малу купу око отвора или ерупција буде без имало лавичне масе.

У првих шест деценија прошлога века излило се 5 кубних км. саме лаве, а пепела и друге дробине избијало је увек 10 и 100 пута више но лаве. Од 1500 г. излило се 50 куб. километара лаве и избачено је 300 куб. километара вулканске дробине.

На врло стрмим и дугачким конусима лавин се ток испрекида, те се не скамени једноставан слив већ поворке од лаве.

Паре и гасови који ветре из лава, фумароле, исти су као и у димовима из кратера: вода, угљен диоксид, једињена сумпора, хлора и т. д. Неки међу њима карактеристични су за поједине фазе у ерупцији. Те се фазе разликују још и поглавито по температури тих гасних еманација.

Вреле (суве, анхидре) еманације имају преко 500° излазе мирно, обично из средине лаве; обично су од хлорида. — Киселе су од хлороводеничне и сумпорасте киселине са много водене паре; топле су 300°—400°; ветре ближе боковима слива. — Амонијумске или алкалне су од хлорхидрата и карбоната амонијума са много водене паре и прилично сумпорводоника; топлота им се спушта од 100° на 40°. Када се још више расхладе остаје им само водена пара и врло мало сумпор-водоника (5%). — Мофете су

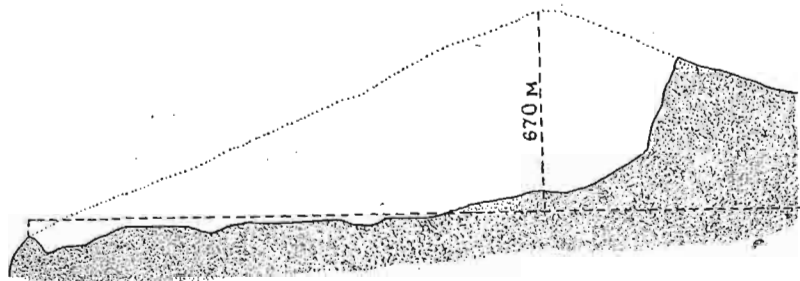
од угљен-диоксида; хладне су; избијају при дну конуса; карактеришу крај еруптивне периоде.

Из ових вулканских испарења сублимишу разни минерали, поглавито со, сумпор и хлориди олова, бакра и гвожђа (који се после претвара у хематит), па салмијак и борна киселина.

У првој фази превлађују суве и вреле еманације, у другој киселе, у трећој алкалне, при крају хладне. Вероватно је да их у почетку има свију, па да изостају редом услед опадања топлоте. О пореклу њиховом мисли се да је исконско, али да могу бити и производ хемиских реакција, које се у лави врше под разним утицајима, на пример услед мешавине њене масе са водом.

При неким подморским изливима лаве Везува и Санторина, када се она помешала са сланом водом, ветрили су из ње водоник и угљоводоници, који су запаљиви и од којих су били они пламенови, што се виђаху при неким ерупцијама. Угљоводоници излазе и из блатних вулкана (салзе), који могу бити и невулканског порекла. Често излази нафта или петролеум, кога има двојаког, еруптивног и органогеног.

Разне врсте ерупција. — На већини вулкана ерупције се врше на напред изложени начин: пошто се провали кратер избијају из њега димови с пепелом и другом вулканском дробином, па те силовите експлозије и изметања трају дуже или краће време, док се и лава не



Слика 3. Вулкан Бандај у Јапану, чија је главна маса разорена у једној врло краткој експлозији и свој купастом облику (тачкацама означен) изгубила.

излије, после чега излази мирно само дим. Овакве се ерупције понављају у току више векова. Тај обични начин ерупције бива на Везуву и Етни.

Од тога се разликују ерупције које се свршавају тако рећи на један мах, било да су страховито силне, било да им је снага врло мала, те и без знатних геодолних последица.

Једна страховита експлозија на Кракатау у год. 1883. разорила је већи део острва на коме је тај вулкан (у архипелагу Сунда), па је на место копна дошло море 300 м. дубоко; 20.000 квадратних километара око вулкана засуто је било дебелим слојем пепела, који је бацао у врло велику висину. — Јапански вулкан Бандај, (сл. 3.) после хиљаду година мировања разорен је скоро

сав, за неколико сати, једном експлозијом у год. 1888., а ни једна кап лаве није из њега истекла. — Магновеном експлозијом отворен је, 1882. г., у Јапану Ширанезан, са врло малим кратером из кога су избачене само рушевине стена без вулканског градива. Овај се може сматрати као зачетак (ембрион) вулкана. На њега личе мали округласти, стари експлозивни канали и кратери у Ајфелу око којих су наслагани само мали бедеми од вулканских трошака, у којима су сада мала језерца (Мааре). Канали су пробијени експлозијом водене паре. — Једна је у ствари била и она ерупција вулкана Пеле (на Мартиници), при којој је погинуло 30—40.000 људи.

На супрот овим напрасним, експлозивним ерупцијама бива мирно изливање огромних маса лаве из хавајских вулкана Мауна Лоа и Килауеа.

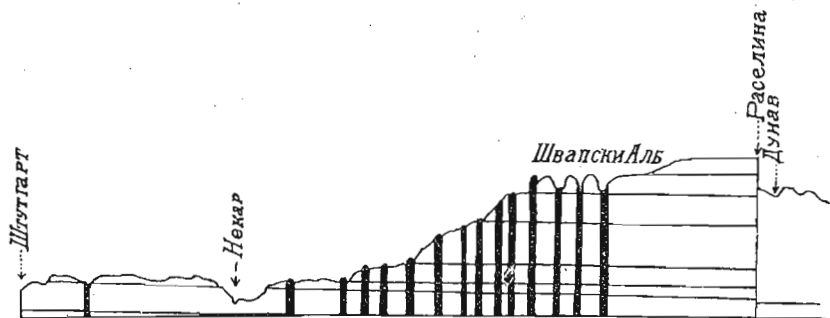
Већина геолога све врло разне врсте ерупција подводи под ово неколико типова, који се наравно не могу сматрати за оштро одвојене и сталне.

1. Хавајски је тип кад нема експлозије ни пројекција већ се само лава излива из кратера или из бокова брџа и на далеко разлива. — 2. Стромболски је тип када има много експлозија са доста пројектила, које се готово правилно, ритмички, понављају; и лаве се у кратеру ритмички уздижу и спуштају, а врло ретко изливају. — 3. Вулкански (од Вулкана на Липарима) тип има лаву густу, која врло тешко извире, споро мила, и сваки час запушава гротло вулкана, те требају врло јаке експлозије да се тај запушач здружи и строши, при чему избија много пепела од кога је дим густ и непровидан. — 4. Пелешки је тип карактерисан „врелим облацима“, црним од силног пепела песка и шљунка. Лава је изишла из кратера већ доста консолидована као једно кубе, кроз које је пробио чврт стубац (зубац); течне лаве није било.

Ови типови имају више својих варијација, а мешају се међу собом, па мешовитих ерупција има много више но типских. Ове разлике долазе понајвише од разлика у количини и раду водене паре у лави.

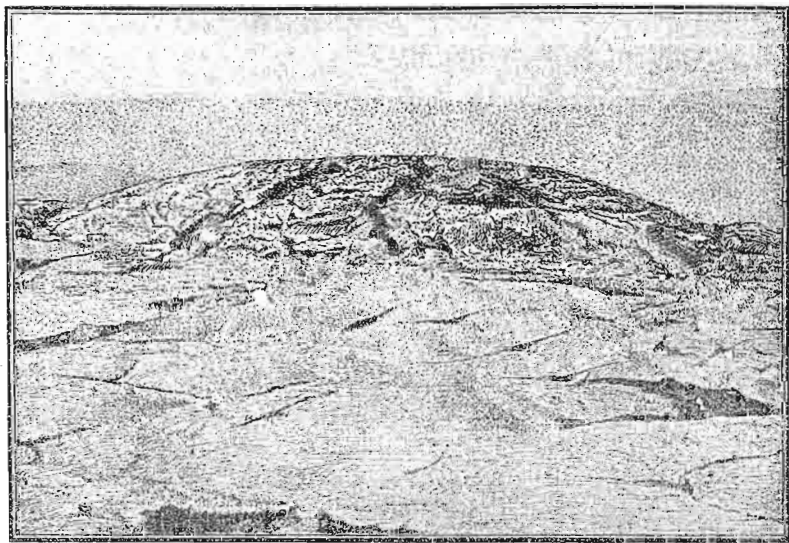
Облици вулкана. — Најпростији облик јесте напред поменути ембрион вулкана, чији је округласти канал пробијен експлозијом (дијатрема) кроз слојеве из дубине скоро управно на површину где се завршује левкастим удубљењем. Он је испуњен дробином од слојева, који су услед експлозије у каналу по мало и повијени, посувраћени, ретко пак лавичном масом или туфовима. Око њега има мало (или нимало) избаченога материјала у виду кружнога насипа. Такав је почетак стварања вулкана. На томе су се зауставили неки угашени вулкани у Ајфелу, у Оверњу (Средња Француска), Средњој Италији, Кападокији. Ту се рачунају и „пробојци“ (песк) у Шкотској и „димњаци“ са дијамантом у Јужној Африци, и ако су ови пробијени експлозијом угљово-

доника. Обоје су као нека окна испуњена поглавито дробином околних тела, а отворена само једним ударцем пробојне силе (сл. 4.).



Слика 4. Вулканска окна (црне вертикалне траке) у Швапском Албу отворена експлозијом гасова из базалтне магме, а испуњена комадима од пробијених стена и од базалта. Има их и до 100 м. у пречнику.

Простога су облика и горостасни вулкани на Хаваји јер су саграђени само од сливова лаве. То су хомогени врло пљошти (с на-

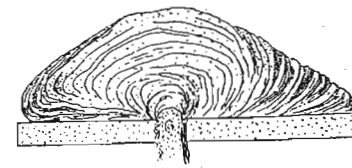


Слика 5. Кубе вулкана Килауеа, створено 1848. г. од врло густе лаве, и ако базалтске, која се није разливала, већ нагомилавала и искључила око отвора. При експлозији следеће године то је кубе разорено, па се у њему отворио вулкански кратер. Такво се кубе створило на Везуву у год. 1895.—99. Слична је творевина Свети Ђорђе на Санторину; а има их на Пантеларији, Липарима, у Оверњу, у Мексици, на Мартиници итд.

гибом 30° — 50° — 80°) конуси, који се издижу из дубоког (5000 м.) Океана на висину 4000 м. изнад мора. Лаве им покривају простор од 10.000 кв. м. Кратери су им врло пространи и проширују се пропадањем дуж прелома у њима. У њима се лава скупља као у језерима, уздиже се, струји, а при ветру таласа и распрскава у капљице док се не прелије, после чега подубоко усане не само у кратеру већ и у каналу.

Прост је облик хомогених кубета, која постају навирањем и консолидовањем густе лаве око отвора канала, (сл. 5. и 6.) а често, али у мањим размерама, као паразитни конуси изнад коре лавичнога слива. Ови су облици чешћи око угашених вулкана око којих је могло бити и дробних изметака, па су временом са њих нестали.

Најобичнији облици садашњих вулкана јесу купаста брда (конуси). Купе су ове у толико веће у колико је било више ерупција; с тога, по висини и облику вулкана, може у неколико да се оцени не само јачина већ и трајање ерупција.



Сложенији су облици вулкана који нису једноставно купасте, већ када се на боковима или подножју издигне више паразитних купа изнад каналића који се одвајају од главног канала. — Има вулкана са две купе око једног канала: једна средишна мања, развија се у ширем спољнем гротлу старијега кратера, када се овоме разорио горњи део услед неке силовите претходне ерупције (Везув у Монте Сома). — Има вулкана са по две-три и више купа, које постају померањем канала када се првашњи лавом толико зачепи, да је доцнијим експлозијама лакше отворити нов канал но стари прочистити.

Слика 6. Вештачка репродукција вулканског кубета. Рајер га је произвео потискујући кроз један отвор густу кашу од гипса. Прво протиснути слојеви уздижу се као свод и на врху пуцају и полежу на своје бокове, а познији се концентрично нагомилавају у средини кубета. — Овако је од фонолитске лаве сложен Шлосберг код Топлица у Ческој; а сличних вулканских брегова има и у горе поменутих местима.

Висина купе расте при мирним ерупцијама, а опада при јаким експлозијама, јер је ове разоравају. На Везуву се често мења и висина и обим и лик купе. Значајна се промена десила 1897. год.: он се врло приметно узвисио простим надуном без икаквога придоласка лаве озго.

Величина кратера варира много баш и на једном истом живом вулкану. Понајвећи кратер имађаше Килауеа 4900, али је овај степенито уваљен дуж раседа. Попокатепел има 1600 м.

Кратери постају или експлозијом или раседањем, а по некада суделује и ерозија.

Положај кратера је по правилу у центру вулкана; али може бити померен у страну. Ретки су кратери са целим ободом, већ су мање-више раскинути („шорави“).

Жице, то јест лавом испуњене пукотине пресецају вулканске купе; оне су обично ограничене паралелним равнинама; неједнаке су дебљине: по неколико сантиметара а и по стотину метара. Виђају се по масама које су постале при пукотинским ерупцијама, а по терену у подлози вулкана.

Подлога на којој су вулкани узвишени може бити од врло разних стена, створених на разне начине и у разним геолошким периодама, и издигнутим из свога првобитнога положаја на веће или мање висине. Нема конуса који би и сами постали издизањем као што се негда мислило („кратери издигнућа“).

Пукотинске ерупције дају дуге и широке изливе лаве, која се окameni као велика, дебела плоча или покров хомогеног састава. Више узастопно изливених плоча наслаганих једна преко друге дају вулканску висораван. — Ако лава није житка, не разлива се далеко од пукотине, већ се нагомилава изнад ње као вулкански неки бедем или камара.

При пукотинским ерупцијама нема много ни паре ни гасова ни изметака од експлозија, па се ту ни купе не граде. — Овакве се ерупције у садашњој периоди највише дешавају на Исланду.

Ареалне ерупције дале су такође сливова плоче и покрове. Дешавале су се чешће у старијим геолошким периодама, јер је кора била тања, лакше се распрскавала изнад приближене јој подземне усијане масе (батолита), ову пропуштала и у њу се стапала или утопила.

Подморске ерупције. Када се вулкански канали отварају по дну мора, онда материјал који из њих излази често и не доспева до површине мора, већ га струја и таласи разносе. Одржава се боље, ако није сав од трошне дробине већ и од лавичних излива. Када се довољно нагомила и изнад воде онда постају вулканска острва на којима вулкани даље раде као да су на копну. Таквих вулканских острва има много по океанима. Таква су и Хавајска острва чији су вулкани високо нарасли (4000 м.) изнад дебелих вулканских подморских маса. Подморским је ерупцијама постао и Свети Јован Богослов у Беринговом Мору, поред кога се од 1883 до 1890 год. створило друго вулканско острво. У оба случаја из мора се уздигао по један стуб скамењене лаве, који се у првом случају право узвисио до 450. м. висине, а у другом до 240 м. — И у вулкану Санторину, у Грчком Архипелагу, највећи је део постао подморским ерупција.

За пример подморских ерупција које или нису доспеле до површине воде или ако су се изнад ње и издигле нису се одржале, може служити острво „Јулија“ или „Фердинандеа“, јужно од Сицилије, које је 1831 и 1863 г. из мора постепено расло па се брзо и разорило. — Јужно од Вулкано на Липарима било је подморских ерупција у годинама 1888, 1889, 1892, али без трајнога резултата. — Јужно од Сулфур-Исланда (о. Ринкин) при крају 1907 појави се вулканско острво које после пола године ишчезе. — У историјској периоди јављало се врло много таквих вулканских острва, али су их таласи брзо разоравали.

Подморске ерупције у опште нису силовите. Изнад њих се на површини воде јављају клобуци гасова, обично сумпорни, комади троскве и пловућа, а понекада јаки букови и велики и брзи морски вали, који могу да се распростру и подалеко од огњишта.

Подморски вулкански производи не разликују се од сувоземних. То су највише туфови и бречије у слојевима, који се сложено са морским седиментима смењују. Лаве су вреле, нису густе већ житке, све су базичне.

Подморских је ерупција било и у прошлим геолошким периодама. У до сада боље проучене спадају подморски вулкани који су били у пределима садашње Енглеске за време Девонско и Карбониферско. — У језеру код Малче, близу Ниша, створио се вулкански туф за време Терцијера.

У данашње доба нови се вулкани отварају највише у Океанима; на копнима нема их нових, сви су у вулканским областима и на отворима који датирају из времена Кватернера и Терцијера. С тога се замишља да је земљина кора тања под Океанима но на копнима.

Гашење вулкана. — Велика дубинска подземна сила не појављује се на површини само у виду правих вулкана, већ и у виду вреле водене паре и гасова, који из вулканскога огњишта извиру не само за време ерупција, већ и дуго после њих, када се вулкан умирио. Појављује се и у изворима вреле воде, који данас избију већином у местима где је негда било вулкана. Те су појаве разне и по снази и по врелини и по производима те су добиле и своја засебна имена: солфатаре, мофете, гејзери ит.д.

Солфатаре су извори вреле водене паре са сумпорастом киселином и сумпор-водоником. Има их на живим и на угашеним вулканима, и означају прелаз од активности у мировање. Солфатара код Пуцуола близу Неапоља је вулкан из кога већ од краја 12-ог века лава више не излази. И Вулкано на Липарима је у главном солфатара. У Чили има солфатара сталних и наступних. — Из солфатарских гасова постају: сумпор, гипс, стипса, који се нагомилавају око њихових извора.

Мање су вреле пост-вулканске манифестације у Тосканији. У њој има неколико области где сукљају суфиони у којима је обична водена пара и гасови (H_2S и CO_2), и необични борна киселина, водоник и барски гас, који чини прелаз ка салзама. Водена се пара кондензује у воду по басенчићима (Lagoni) из којих се вади борна киселина.

Мофете се зову извори угљене киселине. Има их много у већини вулканских предела. Чувена је Пасја Пеџина близу Неапоља, названа тако што се у њој свака мала животиња угуши. Чувена је мофета и у Долина Смрти на Јави. Многобројни су извори овога гаса у областима старих, угашених вулкана у Француској (у Клермону, Роја и у Виваре) у Ајфелу (код Лаха), у Ческој.

Када се овај гас у земљи помеша са водом онда на површини извиру киселе воде (кисељаци).

Мофете су хладне; оне означају да је вулканско огњиште под њима угашено.

Гејзери су врели водоскоци на Исланду на Новом Селанду, у Јелстон-Парку (Сев. Америка), који своју еруптивну снагу добијају од подземних врелих пара.

И обични мирни топли извори (терме) већином су у вези са подземном топлотом, али је целисходније да се прикажу у одељку о подземним водама.

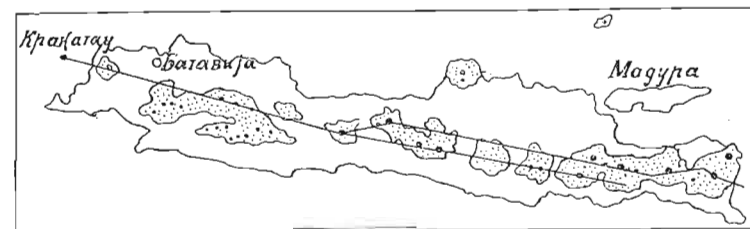
Број вулкана. — Број сада радних вулкана није тачно утврђен, јер се незна поуздано колико се сада дешавају подморске ерупције. Рачуна се да је у историјској периоди радило 430 вулкана. Највише их има у екваторскоме појасу, одакле идући половима број вулкана опада. Број угашених вулкана бар је десет, ако не и сто пута већи од активних. Њих је највише било у Оверњу, Ајфелу и по Флегрејским Пољима код Неапоља. Било их је и по Српској Земљи на више места.

Равмештај вулкана највише је линеаран; мање их је у групама, (Липарски, Канарски) а најређе су усамљени (Демавенд, Св. Јелена).

Највећи линеарни или зонални низови вулкана подударују се са правцима обале Океана. Највећи је вулкански појас дуж обала Тихог Океана. Ту су два главна појаса: један дуж источних, други дуж западних обала; оба у опште меридијанскога правца. Истога је правца трећи низ вулкана дуж Атланског Океана, од Исланда на Азорска и Канарска Острва и Зелено Предгорје. Четврти, медитерански појас иде преко Средземнога Мора у Малу Азију.

У појединим деловима ових појасева вулкани су отворени изнад линија правих или помало повијених, које се једноставно пружају на

велике даљине. У једној истој области може бити две (на Јави) и више таквих линија (сл. 7.) и то или у истој равнини или степенито поређаних (Источна Азија). Поједине вулканизоване линије могу се рачвати (на Липарима) а и укрштати (Везув, Етна).



Слика 7. Низови вулкана на Јави, на два упоредним пукотинема.

Растојање измеђ појединих вулкана на линијама може бити само 1 км. или 15 (Еквадор), 20 (Липари) 35 (Хаваји) па и 80 (Камчатка) километара и више од тога.

Вулканске линије подударују се већином са правцима великих поремећаја (дислокација) прелома, пукотина и раседа у земљиној кори. Оне прате граничне линије главних увала, басена, котлина, које су резултат дислокације слојева у Земљи. Дислокационе пукотине јесу главни услов за отварање вулканских канала. Ерупције су последица дубоких дислокација у кори; вулканске масе протичу кроз отворене им канале а не да их отварају. Непосредна и несумњива веза измеђ вулканских огњишта и пукотина у кори утврђена је на Везуву, Етни, Липарима и на кратерима Лаки на Исланду. — Ако се вулканске масе не уздижу свуда непосредно изнад главних пукотина у кори, оне се никад од ових много не удаљавају. На линијама уздужних прелома има их више но на попречним, а највише их има на местима где се укршта више линија пролома; овакав је случај, на пример са старим, угашеним вулканима на Централном Платоу Француске.

ТОПЛОТА У ЗЕМЉИ — (ГЕОТЕРМИКА).

Узроци вулканизма. — Узроци су вулканских појава у великој топлоти која влада у дубини Земље, у усијано житкоме стању у коме се, услед те топлоте, налазе све материје у унутрашњости и у могућности да се ове усијано течне масе из дубине на више крећу и на површини појављују.

Има више геолошких појава које доказују да Земља има своју сопствену топлоту и да је та топлота врло велика, те далеко надмаша топлоту коју површина Земље и ваздух од Сунца примају.

Из вулкана истичу усијане лаве, које могу бити топле до 1300°C ; а ту су и још већу температуру оне добиле у амбисима под кором. Из њих избијају врло врели димови и необично топли извори. И даље од вулкана на много места извиру врло топле воде, које својом температуром надмашају све оне што излазе из периферних делова коре; ови се извори не загревају на вулканским огњиштима, већ топлотом слојева из којих потичу, па се зову геотермални за разлику од топлих вулканских извора.

Спољна топлота која долази од Сунца осећа се само мало до извесне дубине, до које се мења по сезонама као и на површини. На извесној дубини температура остаје стална преко целе године. Она је нешто мало виша од средње годишње температуре места на површини.

У Паризу је температура од $11,6^{\circ}\text{C}$. стална на дубини 27,10 м. — У тропским пределима разлике зимње и летње топлоте не опажају се дубље од 6, 4, 2 па 1,5 м. У Сибиру, напротив, идући ка Југу све до 50° географске ширине земљиште је смрзнуто скоро до 200 м. дубине и не открави се лети више од 1,5 м. испод површине. У Јакушку би се течна вода нашла тек на 163 м. дубине.

Спуштајући се у дубину испод тачке са сталном температуром топлота се непрестано повећава и то доста стално и правилно. Из многобројних опажања извело се: да температура расте за 1°C . просечно на свака 33 м. Ова просечна дубина изражена у метрима, на којој се топлота пење за 1°C . зове се геотермски степен.

Растење топлоте у дубинама Земље доказано је проматрањима у разним подземним радовима: у рударским окнима, у тунелима, при бушењу земље ради истраживања руда и подземних вода.

Температуре стена у рудницима врло су различне, јер зависе не само од тога како спроводе топлоту већ и од тога да ли су у близини угљених слојева, еруптивних стена, водених струја, металних жица. При мерењу те температуре ваља обратити пажњу и на случајна загревања услед експлозије мина, рударских лампи, промаја, дусања.

Геотермски степен варира у пруским рудницима од 15,5 м. до 115,3 м.; а варира кашто у једноме истоме окну. Најмањи су степени у овим угљеним рудницима: 13,7 м. код Monte Massi у Тосканској а само 5,2 код Осега у Ческој.

Бушења ради истраживања руда дале су ове резултате: кроз 1273 м. соли у Шперенбергу јужно од Берлина геотермски степен био је 33,7 м. а дошло се до $48,1^{\circ}\text{C}$; код Шладенбаха у Саксонској кроз 1748 м. разних слојева степен је био 35,7 м.; кроз 2003 м. угљеног рудника Парушковица у Горњој Шлезиви —

— 3,1, а у оближњем му Чухову код Рибника кроз 2240 м. степен је 31,8 м.; а највише топлота од $38,4^{\circ}$ измерена је на дубини 2220 м.

— Брижљива проматрања подземне топлоте вршена су приликом прокопавања тунела Сен-Готара, Мон-Сениа и Симплана. У првоме, који је дугачак 14,920 м. највећа топлота, 32° , била је на тачци од које до површине има 1752 м. дубине. Геотермски ступањ је био 47 м., али се своди на 30 м. када се учини исправка водећи рачуна од разлађена терена под високим планинским врховима. У тунелу Симплону, дугачком 19,729 м., запазило се, да на размештај линија једнаких температура (геоизотерме) утиче положај слојева: где су слојеви усправљени те су линије више размакнуте (степен је 35—37 м.); но тамо где су они више положени (степен је 28—29 м.), у коме се случају нашла неочекивано велика топлота од $55,4^{\circ}\text{C}$.

— Рупа артескога бунара у Гренелу (Париз) имала је геотермски степен $32,0$ м. А у Најфену (Виртемберг) $11,1$ м.; што се тумачи, било неким хемиским процесима (оксидацијом, карбонизацијом), било близином неких још топлих вулканских маса у земљи. У Младеновцу (округ Београдски) нађен је такође врло мали геотермски степен — 12,4 м.

Велики геотермски степени (67—70 м.) опажани су близу Горњег Језера у Сев. Америци, јер ту хладна подземна вода (од 4°C) разлађује цело земљиште. Разлађење слојева подземном водом приметило се у тунелу Сен-Готарда.

Геоизотерме (или изогетерме) то јест површине (у профилима — линије) са подједнаком топлотом простиру се приближно упоредно са површином земљишта; оне се, дакле, повијају према површини рељефа. Оне су више размакнуте у периферним деловима коре, испод брегова и око полова; а паралелније су и ближе једна другој у дубинама коре, испод долина и равница и под тропима.

Нагађа се и држи, као вероватно, да испод дна Океана ниске температуре (од 5— 10°) владају и у дубинама коре, у којима су под копнима већ врло високе (150— 300°), али да се после тога тамо пењу брже но под сувом земљом.

Сва проматрања подземне топлоте тичу се само врло површних слојева, јер и они што су проматрани у дубини од 2200 м. износе само 1/3000 део земљиног пречника. Стога се не сме тврдити да усвојени просечни геотермски степен од 33 м. важи и на већим дубинама. Вероватно је, да он расте, али се не зна докле и у колико.

Ако би на свака 33 м. дубине топлота расла за 1° онда би, од прилике, на дубини од 71 км. била 2000°C . А то би, спрам приликама које на површини владају, било довољно да се све познате стене растопе.

Извор унутарње земљине топлоте лежи у исконској топлоти оне масе, која се по Кант-Лапласовој теорији из опште космичне масе

одвојила, те се образовала Земља, при чему је прошла из усијано гаснога у усијано течну стању. Топлота је ова, дакле, исконска.

Неки геолози (Лајел, Деви) мисле, да унутарња земљина топлота не мора бити ни исконска ни свеопшта, већ да произилази од хемиских процеса у Земљи, који се одиста местимице дешавају и ту повишују температуру места.

По термодинамичној хипотези унутарња земљина топлота не би морала проистацати из некога врелог централнога језгра, већ би могла постати од механичкога трења приликом повијања и преламања делова земљине коре услед њенога хлађења.

У новије се доба помишља да земљину топлоту могу, ако не целу дати а оно је јако повећати радиоактивне материје, приликом свога распадања. Тих материја, као што је доказано, има доста у ваздуху, у топлим изворима, у стенама, особито еруптивним. Њих има у неким минералима, особито у минералима са ураном, торијумом и цирконом, одакле прелазе у изворе, у седименте и у ораћу земљу. Али се не може знати, да ли је количина радиоактивних материја у земљи толико велика да може знатно утицати на јачину унутарње топлоте наше земље.

Када се узме у обзир, да се топлота у Земљи ствара и одржава хемиским, механичким и радиоактивним процесима, онда је вероватно да се Земља много спорије хлади, но што би то било да је извор њене топлоте само исконски, у средиштној маси њеној.

Стање масе под кором. — Узимајући у обзир, да сва проматрања земљине топлоте указују, да се она стално повишава што се дубље у кору силази; да је на извесној дубини топлота толико велика да све материје могу ту бити у усијаном, течном стању; да кроз кору на врло много места, у свима географским ширинама и дужинама, по висинама и низинама, избијају врло вреле гасне, течне и камене материје — већина геолога мисли, да испод чврсте коре (литосфере) постоји усијана сфера (пиросфера), која је, по Кант-Лапласовој хипотези о постанку Земље сада у течном стању, пошто је, као и цела Земља, прошла кроз гасно стање. Ова је хипотеза врло вероватна, а применљива на тумачење многих геолошких појава, па се и данас одржава, мада има и њених варијаната.

Дебљину земљине коре једни цене само 35, 40 до 50 км. (Хумболт, Ели де Бомон), други на 70 км. (Фишер), трећи до 80—90 (Пфаф), а Ђуро Пилар на 120 км.—Дебљина не мора бити свуда једнака, а и граница течне масе чврсте не мора бити оштро означена већ прелаз може бити поступно изведен.

Узимајући у обзир, да је притисак маса у Земљи огромно велики, то већина геофизичара, па и геолога, (Хајм, Сис, Рајер), сада мисли, да цело језгро мора бити густо и пластички чврсто. А има и астрономских и сеизмолошких разлога претпоставци, да је језгро Земље у пластично чврстом стању.

Многи пак геолози (Хопкинс, Стери Хунт, Дана, Пуле Скроп) претпостављају да испод чврсте коре има само једна зона растопљене масе (магмасфера, магмазона), а да је дубљи средишни део Земље опет од чврсте материје (барисфера). У овоме би случају, по једноме рачуну, чврста кора била 100 до 200 км. дебела; испод ове би био један слој лавичне магме до 1400 км. дебљине, а у овоме би лежало метално пластично језгро (металосфера).

Густина појединих сфера у Земљи, по Сисовој претпоставци овако варира: спољна кора је лака, јер је на њој много воде, (чија је специфична тежина 1) и лаких минералних састојака (са спец. т. 2,5 до 3, просечно 2,7); испод тога је појас од тежих силиката (са с. п. 2,8 до 3,4). Оба та појаса, који нису оштро разграничени, чине литосферу од 1200 км. дебљине. Испод ње је прелазна зона до 1700 км. дебљине, такође од два појаса са разним густинама, горе 4, а доле 5—6. Под овом је центростфера, састављена поглавито од никла и гвожђа, гуштине 6 до 12 а дебљине око 3500 км.

Густина целе Земље јесте 5,5. То је средња специфична тежина измеђ лаких, силикатних материја у кори и тешких, металних у центростфери. Ово је геофизичка чињеница, а горе поменуте хипотезе излазе из опсега геолошких проматрања; али им геолози прибегавају ради објаснења извесних појава Абисодинамике.

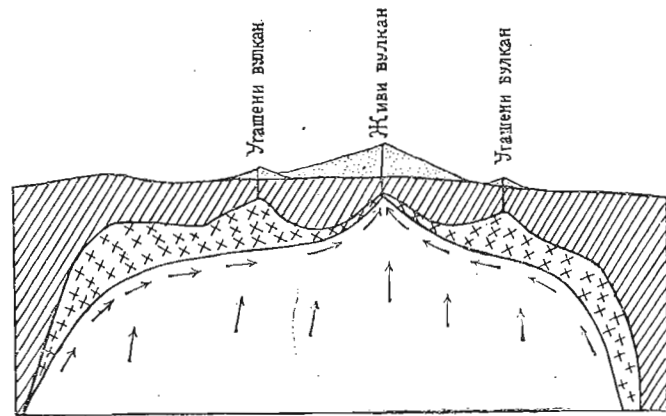
Вулканска огњишта. — Сви се геолози слажу у мишљењу да врела огњишта вулканска ваља тражити у растопљеним врелим масама подземних дубина. Већина мисли да теже масе чине једну једноставну зону под кором. Али има геолога који претпостављају да се растопљене масе налазе у самој земљиној кори као нека језера, и да сваки вулкан има своје засебно огњиште које му даје топлоту, лаву и друге производе.

Та хипотеза периферних вулканских огњишта задобила је присталица, јер ласно тумачи неке од вулканских појава. Њен главни заступник Сгивел тврди, да еруптивне масе не могу потицати из средишњих великих дубина, јер је кора одвећ дебела (и по 200 км.) да би је лаве могле пробити. Тако дебео штит око језгра скаменио се још у прадоба, али су се у њему задржали резервоари усијане масе (магме), која у житкоме стању траје милионима година и даје лаве свима вулканима. Из тих секундарних лежишта магме могли су проистећи и трећи резервоари још ближе периферији, из којих су истекле позније лаве (терцијерне и модерне).

Овом близином вулканских огњишта до њихових отвора тумачи се: 1) што неки врло блиски вулкани дају разне лаве. (Везув са леуцитом, Флегреји са санидином, Вулкано — трахит а Стромболи — базалт); 2) што врло блиски вулкани не раде у исто доба (Етна и Липари, Мауна Лоа и Мауна Кеа на Хавајима); 3) што су се неки резервоари брзо исцрпели (Ајфел и Оверњ); 4) што је геотермски степен у неким вулканским областима врло мали (Јапан).

Замерке су овој хипотези изражене у овим питањима: зашто су онда неки изливи лава идентични по врло великим и по врло удаљеним пределима (на пример за време периоде Терцијера); како се објашњује мировање вулкана за време Мезозоица, када су ерупције биле силовите и пре (у доба Карбонско и Пермско) и после тога (у доба Терцијера)?

Против те претпоставке могу се навести и ове чињенице. Вулкански отвори већином су по серијама и групама тако ублизу један другоме, да је тешко претпоставити да су им резервоари одвојени. Серије вулкана у Тихом Океану и око њега тако су учестане и испреплетане, а и распрострањеност вулканских производа по његовоме дну тако је велика, да је лакше замислити испод дна океанскога исто тако велико море од вулканске масе, но за сваки кратер засебити резервоар лаве.



Слика 8. Замишљени пресек једног дела Земље где има живих и угашених вулкана. Бело простор заувет је течном усијаном масом, која струји ка отвореноме каналу живог вулкана. Измеђ ње и коре има једна, крстићима означена сфера већ окамењене унутарње масе, из чијих су изданака некада излазили производи сада угашених вулкана, који се могу сматрати као један спољни знак хлађења унутарње масе под њима. Када се расхлади и скамени маса у непосредноме огњишту сада живог вулкана, и он ће се угасити.

Сва је дакле вероватноћа да се растопљена маса налази свуда испод коре, то јест да постоји један главни заједнички резервоар, општи за све вулкане који се у кору продужује у разновидне масе обухваћене дуварима или неправилним као што су громале и стогови или прилично правилним као што су пукотине. (Сл. 8). При врху ових изданака усијане масе нагомилавају се гасови, чијим се експлозијама отварају и проширују канали из којих ће на површину изићи вулканско разно градиво.

Узроци ерупција. — Главни израз вулканизма то јест издизање течне магме из дубина, њено продирање у пукотине земних слојева и изливање на површини, јесте предмет такође неколико хипотеза.

Да поменемо прво најскорашњују, мада је она најмање вероватна.

По хипотези периферних вулканских резервоара ови би се аутоматски испражњавали када им маса уђе у фазу консолидације. Тада се, — мисли Штибел — маса сама од себе може ширити, као вода кад се заледи, и при скамењавању толико од једном надути да пробија на више кроз повлату, и то са тако великим притиском да је ерупција могућа и без претходнога проламања канала (bruchlose Eruption). Међутим, и проматрањем природних процеса и експериментима је утврђено, да се при потпуној кристализацији растопа његова маса не само не шири, већ на против стеже, смањује и згушњава. Када се у кратеру Килауеа скамене санте од лаве оне тону, јер су гушће и теже, а не пливају по течној лави, мада се дешава да се скореле и тешке лаве задржавају на површини, што зависи од густине магме. Стакласта је лава ближа магми но кристалисана; а потпуно кристалисани гранит гушћи је но лава. Сви силикати при консолидацији смањују обим свој. У новије доба и сам је Штибел попустио у веровању да се лаве изливају усљед тобожњег увећања запремине при кристализацији.

Арениус такође верује да ерупције бивају од увећања запремине магме, али ово долази усљед њеног мешања са водом. Воде, понирући у све веће дубине све се јаче загревају, прелазе у надкритично гасно стање у коме их магме могу врло много да абсорбују, те се ове онда усколебају и кроз отворе на површину крећу.

Ова се хипотеза враћа најстаријој, која је вулканске ерупције тумачила реакцијама морске воде и лаве када морска вода сиђе у вулканска огњишта. Хипотеза је основана на томе: што је већина вулкана близу мора, па морска вода има прилике да сиђе у та огњишта, — што у фумаролама има највише водене паре, а и други гасови могу из ње да се изведу. Међутим, међ њима нема јода и брома, којих има много у морској води, а има много угљене и борне киселине, које су у тој води незначајне. А што су вулкани чести крај морских обала узрок је у поклапању њихових праваца са правцима главних пукотина у земљиној кори.

Не може се, међутим, спорити да водена пара и гасови, који се у магми држе абсорбовани док су врели и под jakim притиском, могу и допринети да се она издиже. Чим температура и притисак почну опадати и почне кристализација они се издвајају, и струје кроз житку масу силином довољном да хватају и њене делове и износе је, као што из сифона воде Селтерса гасна угљена киселина износи и течност. Експанзија (ширење) гасова, са експлозијама или без њих, може дакле да тера лаву на више и да изазове све остале еруптивне појаве. Те експан-

живне паре и гасови могу бити саставни део магме од искони, (јувенилни) када их је усијана течна Земља абсорбовала из ондашње своје атмосфере.

Највероватније је мишљење да лава и остали вулкански производи избијају навише поглавито услед великог хидростатичког притиска целе коре или појединих њених делова на течном језеру. Под тим притиском магма се убризгава у пукотине и шупљине, које прскају дислоковањем коре, па се или у овима задржава у виду батолита или пролази на површину у виду разних вулканских производа. Вулканске ерупције и ефузије јесу, дакле, последица дислокација, набирања и спуштања коре земљине по њеноме језгру, које се хлади и смањује.

Хипотезе о пореклу лаве. — Сви се геолози слажу у мишљењу да се лаве изливају из дубинске магмасфере, али се не слажу у мишљењу да ли оне из ње потичу непосредно или посредно, да ли се и у колико мењају и који су узроци тим изменама. Доцније ће се навести разна мишљења о магми у опште, а овде је умесно навести разне хипотезе о пореклу лава не упштајући се у ближа разматрања тих претпоставака.

- I. 1. Све су лаве примарни, непосредни делови усијано-течне опште масе у Земљи.
2. Лаве су примарне, али долазе из издвојених, ограничених огњишта под вулканима (Штибел).
- II. Лаве су секундарног порекла или сасвим или делимично; а ту могу бити ови узроци ерупцијама:
 3. Лаве постају способне за ерупцију када се вода и гасови са површине Земље спусте до вреле магме.
 4. Лаве постају стапањем стена у кори; а стапање је у дубини могуће када попусти притисак озго лежећих маса; а притисак се смањује на местима јаке денудације и у сводовима великих антиклинала и при развученим раселинама у кори.
 5. Лаве могу да постану услед топлоте која се ствара при великим саломима стена у дубинама (Мале).
 6. Лаве могу постати где геосинклинале, под притиском све дубљих слојева у њима, улежу у дубине у којима је земљина топлота кадра да им стапа доње делове.
 7. Лаве су производ локалног претапања стена („рекокти“) јувенилних услед локалног придоласка врелих гасова. (Брун. Сис).

Геолошке последице рада вулкана. — Највиднија последица вулканског рада јесте стварање вулканских брегова на површини, материјалом који је из дубине изнет. Материјал је тај и при само једној ерупцији тако огроман да би се испод вулкана у дубини отворила врло велика празнина, када би сва лава потицала само из једног ограниченог резервоара испод њега. Ти вулкански брегови повећавају висину места на којима се по копну издижу, увећавају разлику између висина и низина и подебљавају литосферу на површини Земље. А и по Оке-

анима има много предела, острва, која су сасвим само од вулканских маса створени.

Вулканским радом изнело се и износи се на површину Земље много исконске воде и много унутарње топлоте; — износи се и ствара много разних и то тежих минерала којих на површини ван њих нема; — стварају се минерали процесима који се ван вулкана не налазе (сублимацијом, и из растопа); — образују се облици који су ретки, на седиментима: купе, плоче, сливови, жице, стубови, призме.

Стварају се нове карактеристичне стене: риолити, дацити, трахити, фонолити, андезити, лабрадорити, базалти, тефрити, аугитити, опсидијани, перлити, палагонити, тахилити и т. д.

Са људског, практичног гледишта важне су ове вулканске последице: умножење термо-минералних извора и стварање рудних жица; а са земљорадничког гледишта најважнија је последица: стварање и умножавање врло родне земље по многим рудинама.

Вулканизам на небесним телима. — Метеорити, то јест комади стена што из небесних просторија падају, састоје се од минерала и метала који се на Земљи налазе у вулканским стенама. То је дало повода мишљењу да су они представници вулканских производа небесних тела. Има, дакле стварних разлога претпоставити да вулканизам није нека искључиво земаљска појава, већ универзална, васионска. Та се претпоставка може извести и из опште примљене хипотезе о првобитноме магловитоме стању васионе, о издвајању из ње појединих система светова и појединих небесних тела у тим световима, о фазама кроз које та тела пролазе и т. д. — Замишља се да се најпримитивнији вулкански процес врши сада на Сунцу. То би били они разбуктани пламени, они гасни вијори што се зову протуберанце. Друга би фаза била да се поред гасних експлозија јаве и ерупције течне магме кроз прву кору око главне усијане масе. Трећу би фазу представљао Месец са консолидованом кором на којој су ерупције оставиле сталне трагове од експлозивних гасова као пливови и као кружни бедеми. — Фаза у којој се вулканизам на Земљи налази јесте најсложенија међу сада познатим или претпостављеним, као што се то види из напред изложеног познавања вулкана на њој. Али она није последња. За њом треба да се изврше процеси који воде потпуном гашењу вулкана.

За Марс се мисли да је у опште као Земља, али се претпоставља да на њему нема планина. Могуће је да их је било па су поступно разрушене и њихове рушевине снете да се испуне потолине морске и језерске. Марс је старији а мањи од Земље, па је могуће да су на њему престале радити силе које издижу брда, те је денудација потпуна, јер за њу нема више копна.

Вулканска стена на Месецу одбија и поларише светлост као и мрка, стакласта лава Вулкана на Липарима.

ТРУСОВИ

Трусови су природни потреси и нагли покрети земљишта услед неких поремећаја и удара у дубини. Они су врло различни по јачини, по трајању, по обиму, по узроцима и последицама.

Има трусова неосетних и таквих, који су порушили велике градове и поубијали десетине и стотине хиљада људи. При трусу у Сицилији, у год. 1908. када је разорена Месина пропало је 200.000 људи, а у Мендози (Аргентини) 1920. г. толико исто. И то се дешава магновено, за 3—4 секунда, за пола минута, највише један минут. Загребачки трус грунуо је напрасно 9. Новембра 1880. г.; трајао је неколико секунди, а после се дуже времена врло слаб понављао.

Ако трешња траје дуже времена њу не производи један удар већ више њих, који се учестано један за другим понављају. Ово понављање удара („ројење“) трајало је по негде и више година. У Јапану се трусови јављају просечно сваког четвртог дана. Област Фокиде у Грчкој почела се трести 1870. г. па је трешња тамо трајала три и по године.

Обим труса кашто је врло мали, ограничен само на атар једног села. Понајвећег захвата био је трус Лисабона, у год. 1755. г., када је тамо погинуло 60.000 људи, а који се осетио од Северне Африке до Шкотске, Норвешке и Ческе, од прилике на $\frac{1}{3}$ Земље. — Године 1856. затресе су се све земље око Средземнога Мора.

Оним малим локалним потресима и узрок ће бити локалан, на пример: обурвавање подземних пештера, клизање слојева, нека подземна експлозија. А трусови већег обима морају долазити од некога општијег и већег кретања слојева у земљиној кори.

Начин трешње. — Многи се трус осетио као прав удар из дубине, јер куће, људи и други предмети одскакаху право у висину; то су вертикални или сукусорни потреси. Код других се види да се површина земљишта таласа; таласање се нарочито јасно види на дрвећу у шумама, као на ветру класје по њивама; то су ундулаторни покрети. Бива да се црквени тороњи, надгробне пирамиде, велики димњаци и други слични предмети при трусу мање више окрену на своје лежишту, као да се земљиште кретало у ковитлац, (ротаторно). — Али све овакве појаве могу се десити при једној истој врсти земљотреса, а изгледају различите за то што главни потрес не удара све тачке на површини под истим углом. Управно и најјаче удара он тачку која је на површини најближе изнад њега; то се зове епицентар труса. Удари изгледају коси и све косији по тачкама све

даљим од тога средишта. Оно пак обртање предмета не долази од замишљених „ротаторних“ покрета, већ када коси бочни удар наиђе на предмете од више делова, чија највећа спона није у њиховом средишту, па се један део може по другоме ексцентрично да помера.

Облик обима потрешенога земљишта може бити кружан (центрисан) или издужен (линеаран). — При кружном се трусни таласи распростиру од једнога средишта приближно подједнако свуд наоколо. Центар не мора остати на истоме месту, већ се може у застопним ударима и померати. Овако се обично распростиру трус око средишта неке вулканске експлозије или око каквог подземног стропоштавања.

Уздужни су потреси када се таласа један појас земље дуж једне праве линије, осе (аксијални потрес). — Трус Сан-Франциска год. 1906. распространио се по једној врло узаној зони, а на дужину 450 км. У Калифорнији и дуж западних обала Јужне Америке узани се земљотреси протежу и на 1000 км.; толика је била дужина потрешенога појаса и на јужном појасу Хималаја год. 1878.

Трећи је облик труснога обима више неправилан. Он долази од многоосних трусова. У кантону Граубиндену (Швајцарска) године 1880. земља се потресе у исто доба дуж једне велике главне осе и дуж две краће, које се са њоме укрштају.

Има трусова који од једном затресу огромне велике области. При загребачком трусу први и најјачи удар осетио се одједаред у Загребу, на Ријеци, у Печују, Целовцу, Коморину, Поли и Бечу.

Последица трусова.

Поводом земљотреса дешавају се неки значајни појави, од којих су једни привремени, други трајни, од извеснога геолошкога значаја, а неки кобни само за људство.

Сем људских погибија земљотреси причињавају и огромне штете: руше домове, мостове, водоводе, железнице, пристаништа, рудна окна и поткопе. Проучавањем делимичних или потпуних разорења грађевина уочила се по нека правилност, те се на основу тога дознања већ дају упутства за подизање нових грађевина у земљама, где се трусови јављају често и силовито. Зна се, на пример, да зидови управни на трусни талас теже падају но они што су с њиме упоредни, и да су рушевине највеће на најтрошнијем земљишту и на додиру неједнаких терена.

У геолошке последице трусова убрајају се: прслине, пукотине, раседи са вертикалним и хоризонталним померањем земљишта.

Прслине су, кашто, једва приметне, али могу да буду веома дугачке и многобројне; тако је међ њима земљиште сасвим искомадано.

Пукотине могу бити више метара широке и више километара дугачке. У Сан-Франциску услед већ поменутога труса отворила се једна права пукотина до 600 км. дугачка, а широка по негде до 20 м. Код Неапоља је, 1857. једна од главних пукотина била 13 км. дугачка. — На



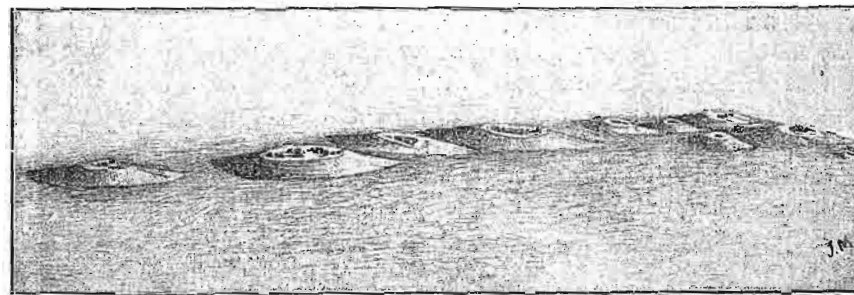
Слика 9. Левкасти отвори од песка, који се створише код Свилајинца, приликом земљотреса од 27. Марта 1893. — Кроз једну од многих прслина шибнула је у висину подземна вода и понела на површину и подземни песок. Враћајући се натраг у земљу, вода је ковитрала песак и од њега начинила овакве мале вртачице дуж пукотине.

валија („пропаст“) вероватно услед улегања слојева. — Услед прскања земљишта и померања слојева у њему могу да пресуше извори и да усане вода у бунарима, и то или само привремено или за навек. И обратно, могу да се појаве извори обични и топли тамо где их пре труса није било.

Искији, код Казамићи-оле, трешња у год. 1881. раздрузгала је целу површину земљишта.

Пукотине се или убрзо заклапају, прогутав људе и друге предмете, који се на њима десе или остану дуже времена да јапе. Бивало је да се при трешњи земља учестано проседа и заклапа. — Бивало је, да из неких прслина шикљају водоскоци са песком и муљем, па вода, повраћајући се у земљу гради од избаченога песка мале купе и левке са гротлом; а ако је велика маса те воде она може над прслином да ижљеби праве вртаче. Ово се видело у Свилајинцу приликом великога труса на Велику Суботу 1893. год. и код Врање 1904. (Слика 9. и 10.) а слично нешто и код Загреба (1880). У близини Врела Млаве створила се онда про-

Које пукотине остану да јапе оне се после засипљу прашином са површине или трошкама од својих дуварова. У Калифорнији и Колораду у пукотину се унео и скаменио песак, те постала жица пешчара која косо просеца слојеве. Тиме се може растумачити налазак сличних косих жица од седиментних стена у неким теренима у Европи.



Слика 10. Купе од песка са отворима као кратерчићи на вулканским купама. Поврстане су дуж пукотине која се створила у долини Мораве приликом земљотреса 4. Априла 1904 г. (сликао Јеленко Михаиловић).

Прслине и пукотине обично су праве, а има их и савијених. По некада полазе од једне тачке зрачно на све стране.

Трусне пукотине постају усљед таласавог кретања слојева. Где се ови испупче, савију се и истежу па морају да пуцају; а где улокну збијају се, стежу, притискују подземну воду и у висину је потискују и истерују на површину.

Раселине су померања делова земљишта поред прслина, једног мимо других, било у вертикалном било у хоризонталном правцу, обично у вертикалном. Мале су раселине само од неколико метара дубине; таква се десила, на пример, на Вршкој Чуци. Велике могу имати дужину од неколико стотина метара. Када их се створи више на једном положају онда та страна добије степенити рељеф, као што се десило, на пример, приликом нових трусова у Калифорнији. — Код Локриса у Грчкој створила се (1894 г.) раселина 55 км. дугачка, а 2 м. висока. — У Јапану (1891. г.) јавила се пукотина 112 км. дугачка, негде 6, а негде и 20 м. дубока, а у хоризонталном правцу стране су јој за 6 м. размакнуте.

Улегања земљишта врло су честа усљед трусова. Тиме се тумачи што је вода у неким пристаништима постала дубља и што су се покидале подморске телеграфске жице. Када је био Лисабонски трус (1755) ушће реке Таје утонуло је за 150 м. и проширило се. Тада је

потонуо и насип у пристаништу („пристан“) са свима људима који су на њега били избегли испред рушења домова у граду. — Код Месине (1908 г.) обала је утонула за 2 м. — У Колумбији су (1906) потонула читава острва услед земљотреса. — Један део Јонскога Мора постаје све дубљи после свакога потреса.

Издизања земљишта услед трусова проматрао је Дарвин на обали Чиле. Он је спорио могућност таквог вертикалнога издизања; али се приликом једнога новијега труса (1906 г.) на истој обали поуздано доказало издизање за 60 м. Тачним мерењем труских последица на обали Аљашке доказано је издизање земље за 16 м. услед кога су се на суво, изнад мора, појавиле речне делте, насипи обалскога шљунка и обале са окапинама, које су таласи у њима излокали, кад су до њих допирали.

Денивелације, то јест промене висине тла услед земљотреса доказане су тачним геодетским мерењима у Француској, Баварској, Хрватској и у долини Мораве.

После Загребачког труса тригонометриске тачке помериле су се у хоризонталном правцу до 2,75, а у вертикалном до 2,50 м. У Јужноме Провансу око реке Дирансе један знатан трус (11 Јуна 1909 г.) потресао је област од 90 км. дужине и 35 км. ширине. Најпрецизнијим нивелманом атара неколико села после труса доказано је поуздано, да су се тада извршила вертикална померања. На четири места створише се утолеглице од 3 м. дубине, од којих је најдужа 12 км., а у средини између њих уздигла су се три поља за 4 см. — У Туркестану се (1910 г.) земљиште на много места надуло, истрбушило, вероватно зато што се дуж положитих равнина прслина једна страна навукла преко друге.

У Јури и у Алпима десило се, да се после трусова са извесних тачака виде црквени тороњи који се пре тога одатле нису могли угледати.

Хоризонтална померања констатована су дуж поману велике пукотине Сан Франциска по 2,3 и 6 м. Услед тога су по целој њеној дужини испрекидани друмови, насипи, алеје и ограде. Тригонометриске тачке помакле су се за 3 м. са својих ранијих места. — У варошици Кантазаро (Калабрија) приликом труса у год. 1783, поједини квартови кућа тако су се узајамно испремештали, да становници, по повратку из бегства нису могли своје порушене куће ласно разазнати.

Урниси су чести при трусовима у планинским крајевима. Тада, се често врло велики делови брда обурвавају и низ падине сјуре. Страшан је био урнис код Добрача у Корушкој (1348 г.) када је 17 села засуто стенама, гротом и плазином са околних брегова. Од тога брдскога крша згомилала се и једна велика брана у долини реке Зиле,

па се река изнад ње ујезерила. — Приликом највећег труса у Србији (1893. г.) урнисали су се брегови око Ресаве и Млаве, па стенама и шљунком засипали друмове и поља поред њих.

И растресити нанос по дну морских обала може трус да одсуља даље у дубину, па ту вода постане дубља као да је чврсто дно утонуло.

Неки појави магнетизма, светлости и звука, јављају се случајно уз земљотресе.

При свима јаким потресима у Јапану магнетна се игла врло живо покреће („магнетне буре“) и то прво и најјаче у средишту трусне области. Почем је тамошње земљиште већином вулканско, то се ови магнетни поремећаји доводе у везу са кретањем лавичне масе на више.

Светлост се јавља као севање муња, у виду пламена или зракова. Нека светлост може бити од електрицитета, који се развија при трењу великих каменних маса у покрету. Када се приликом једног земљотреса у Мексици (1887. г.) одронио велики део брда, тврде су се стене толико сударале да су из њих кресале варнице и запалиле шуму у околини. — Светлост се приметила при трешњи Јужне Немачке у Новембру 1911. год.

Трусни звуци чују се како где и како кад. Мештани их казују као: шум, тутњава, грмљавина, пуцњава, тресак, хука, бука, рика, звиждање, крклање, шуштање, али све увек као врло потмуло, а не звонко. Звуци се чују обично пре првога потреса. Бивају и без икаква потреса земљишта, као у Загребу 1872. — Потмула пуцњава пратила је велики земљотрес у Ресави; а чула се и 1922. год. при трусовима у Шумадији.

Звуци могу постати услед лома и трења по странама пукотина у стенама. Већином се пак узроци само произвољно нагађају.

На далматинском острву Млету од год. 1822. до 1825. па и до 1830. често се чуло подземно „хучање“ коме се прави узрок није дознао. Најјаче је било Августа и Септембра г. 1823.; тада су престрављени становници Бабиног Поља поутицали. — Ретко кад да је после пуцњава било и потреса. Ипак се мислило да су звуци и труси у некој зависности једно од другог. Мислило се и да хучање долази од обурвавања пећина и пукотина. Узета је и чудна претпоставка: да се из морске воде са шуштањем издвајају гасни делови па се збијају у подземне празнине, ту са ваздухом мешају и експлодују. Највероватније је пак да су они подземни звуци у вези са трусовима, а ови да су последица набирања и пуцњава слојева.

И код Брибира у Далмацији чују се подземни звуци названи букаљи. Та су крклања честа нарочито Априла и Маја, па је с тога Дајмели предпоставио да долазе од подземних вода текућица, које после зимских и пролетних киша набујају, па гру-

вају у препоне јаче но доцније када њима протиче мање воде, и то мирније, без шума. Али ово тумачење није иначе довољно поткрепљено.

Трус на мору. — Када трус задеси морску обалу или дно онда се море ускомеша и заталаса. Један од највећих и најтачније проучених таквих потреса почео је код Арике на обали Перу (13. Августа 1868. г.) одакле је после захватио 1550 километара (четрнаест степени ширине) по обали Јужне Америке, па се ширио по Тихоме Океану у виду огромнога вала, који је за један дан прешао Нови Селанд, а другога дана стигао до Аустралије и Јапана. На томе простору талас се кретао разним брзинама, брже преко већих дубина но преко мањих. — Када се усколеба дно у приморју море се повлачи од обале, заливи и пристаништа пресуше, спрудови се појаве и то кашто на 15 километара далеко. Затим се море враћа на своје место у виду таласа, високог по 10, 20 и 27 мет. који јурне на обалу, и ту све на њој поруши. Такав је талас опустошио обалу Лисабона; такав је разорио пристаниште Калао (у 18. веку) из кога је избацио бродове 4 км. далеко од обале и т. д.

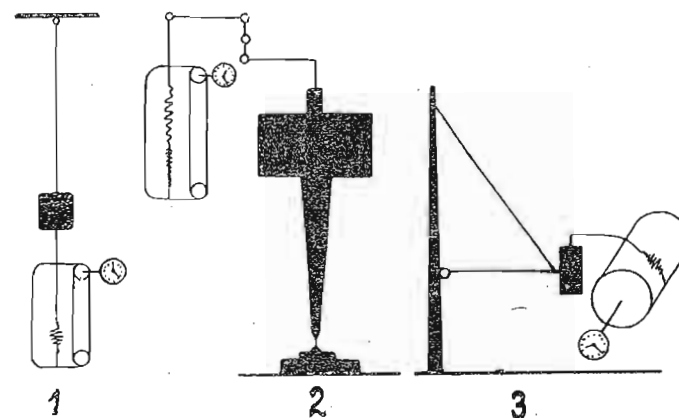
Подморски се трусови јављају често на местима дубоких подморских увала (ровова) као на пример код Филипинских и Алеутских острва, код Сунда, Атакаме, Антила. — Најчешће се дешавају по Океану наспрам стрмених обала. — Многи подморски трусови у вези су са подморским ерупцијама. На површини се мора они често појављују као букови право из дубине (сукусорни), при чему се површина мора надима и из ње искачу водени стубови, или се само дрхтаво узнемири. И у језерима се вода може да усталаса услед труса по дну његовом.

Потоп. Библиско предање о Потопу тумачи се потопом не целе Земље већ само доње Мезопотамије. Поводом једнога земљотреса: 1) наишао је из Персискога Залива огромни вал чија је вода ишла уз равницу те су и лађе избачене биле на висине даље од мора; 2) вероватно је у исто доба какав циклон донео из истога мора водене стубове („велике чак до неба“), и да је могао наступити страховити пљусак из облака и да је замрачило; 3) пуцала је земља и из пукотина је куљала вода; („развалише се сви извори бездана“ бунари се преливаху).

Изучавање трусова.

При свакоме трусу тежило се да се одреди: тренутак када се осетио, колико је трајао, у коме се правцу, како и с којом брзином распростирио, где је удар био најјачи и одакле је потекао. То се негда докучивало обичним проматрањем појава и учи-

нака, а сада томе служе врло осетљиви и тачни апарати, који се зову: сеизмоскопи, сеизмометри и сеизмографи. Њихови битни делови јесу вертикална и хоризонтална клатна и најтачнији хронометри. (Сл. 11.) Како је сада наука о трусовима, Сеизмологија, ближа Геофизици но правој Геологији, то ће се овде навести само неколико њених поставака у допуну онога што је напред већ изнето.



Слика 11. Типови сеизмографа.

1. Вичентинијев: вертикално обешено клатно са тегом (на цртежу црно) и иглом, која пише по нагарављеној хартији. Хартија се непрестано помиче сахатним механизмом (регистратор). Њихањем тега његова игла уписала је сеизмограм блискога потреса.
2. Вихертов: вертикално подупрто клатно са великим тегом (1000 кгр.), полугама које преносе покрет и регистратором. На њему је цик-цакастом линијом обележен тип далекога потреса.
3. Оморијев: хоризонтално клатно са тегом произвољне тежине, према разним конструкцијама овога апарата. Кретање тега преноси једна игла на регистратор, на коме уписује сеизмограм. На слици је сеизмограм блискога потреса.

Има сеизмографа са хоризонталним клатном чија се њихања не уписују иглом, већ помоћу огледала светлосним зраком на фотографској хартији. Милн, Елерт, Галицин и други израдили су разне комбинације таквих апарата. Најсавршенији је апарат Кнеза Б. Галицина.

Сви трусови полазе из неке тачке у дубини земљине коре која се зове хипоцентар и распростиру се одатле свуда на све стране кроз Земљу, и у даљу дубину и ка површини. Распростиру се као у неком еластичном телу, у виду таласа, у којима има двојаких таласања делића: уздужних (лонгитудиналних) т.ј. у правцу распростирања таласа и попречних (трансверзалних) на правац кретања таласа. Први иду брже (9,6 км. у секунду) и пре стижу до површине (епицентра) где се појављују као прве претече труса, а за њима долазе они други, као друге претече (са брзином од 5 км.).

Стигав на површину распростиру се по њој као периферни или површински таласи са много мањом брзином, по 3, 3,5 и 4 км. у секунду. Ово је од прилике, брзина распростирања кроз стене разноврсне текстуре; то су констатовали Фуке и Мишел Леви изазивајући вештачке земљотресе. А брзина оних првих таласа одговара распростирању кроз тела гушћа и чвршћа но челик. Ово је један од геофизичких разлога за претпоставку чврстог стања, бари-сфере у средини Земље.



Слика 12. представља област и начин распрострањења потреса од 20. Јуна 1910. г. чије је средиште било у Ресави. У средини је целом линијом заокружљени простор најјачега удара: плеистосеиста. Испрекиданом цртицама означена је прва изосеиста, а тачкицама је обележена крајна линија потреса.

пени макросизма, обележени су све већим и већим резултатима, завршујући стварањем великих пукотина и раселина и сурвавањем брегова.

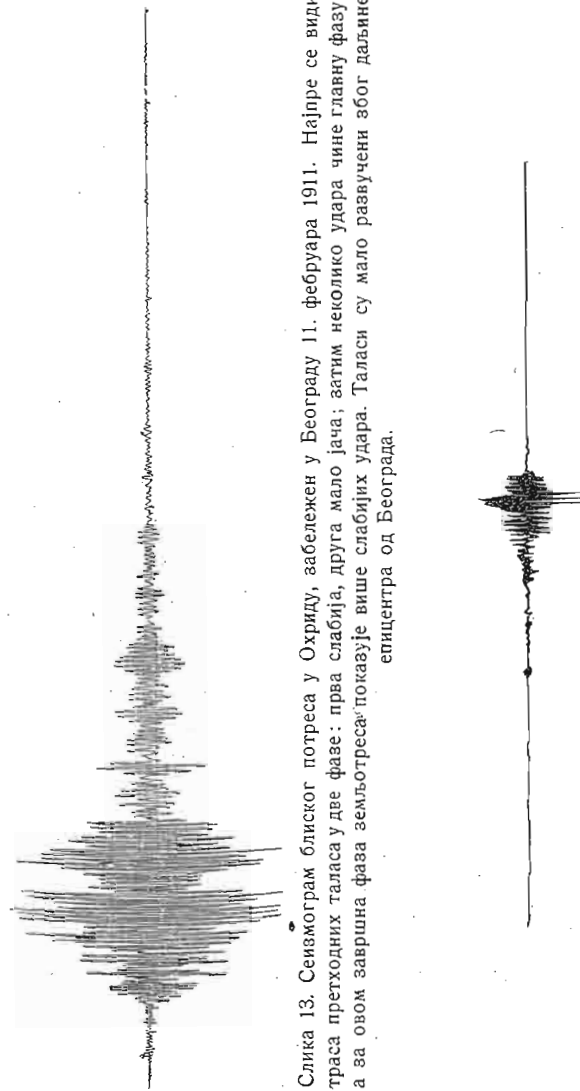
Сеизмограми се зову трасе земљотреса исцртане помоћу сеизмографа. На њима се познаје цео ток једнога потреса; распознају се обично три врсте вибрације земљишта: у почетној,

Дубина хипоцентра т.ј. тачке од које потиче потрес одређивана је на разне начине, али ни један од њих није дао поуздане резултате. Ипак се сме тврдити да та дубина није велика и да никако не достиже 100 км.

Епицентар одговара максимуму погреса и његових учинака на површини. То није једна тачка као што се обично говори већ читав један простор плистосиста (плеистосеиста) или епицентрална зона. Кад би земљиште око епицентра било потпуно хомогено, онда би се трус око њега распростирао једнаком брзином и једнаком јачином; тада би линије једновременога потресања, хомосеисте (хомосисте), и једнакога потреса, изосеисте (изосисте), били концентрични кругови. У ствари су то више мање концентричне зоне кривудавих граница. (Сл. 12).

Јачина трешње одређује се степеном утисака на човека и величином рушевина његових грађевина. Усвојена је једна скала од десет степени. На првоме су ступњу најслабији потреси — микросеизми, које човек не осећа, а само их најпрецизнији инструменти осете. Остали девет сте-

у главној и у завршној фази труса; опажају се и покрети који долазе од најудаљенијих тачака земље (телесеисми).



Слика 13. Сеизмограм блиског потреса у Охриду, забележен у Београду 11. фебруара 1911. Најпре се види траса претходних таласа у две фазе: прва слабија, друга мало јача; затим неколико удара чине главну фазу, а за овом завршна фаза земљотреса показује више слабих удара. Таласи су мало развучени због даљине епицентра од Београда.

Слика 14. Сеизмограм блиског потреса у изворном пределу Млаве, забележен у Београду 11. октобра 1910 г. Виде се најпре слабији претходни таласи а потом најјачи покрет и свршетак. Таласи су збијени због малог удаљења епицентра од Београда (150 км.).

На сл. 13. и 14. представљене су, примера ради, трасе трусова код Охрида и у Млави, како су забележени на апаратима у Београдској Сеизмолошкој Станици.

Трусне области.

Има предела на Земљи у којима се трусови не опажају никако или се опажају врло ретко и врло слаби (асеисмичне области), и других са slabим трусовима (пенесеисмичне области) и трећих са честим и jakim потресима (сеисмичне области). — Најслабији су потреси у северним деловима Европе, Азије и Америке и у унутрашњости Африке и Аустралије, дакле у земљама у којима се тако рећи довршило издизање планина.

Земљотреса има највише: у екваторијалној зони, по појасу обала Тихог Океана и по појасу Средземноме, Алписко-Хималајскоме, у којима су најмлађе планине и њихово се стварање и сада продужује. У медитеранском појасу дешава се 50% свију земљотреса; у циркум-пацифичком око 40%, а 10% долази на све остале делове амтосфере.

Са геолошкога гледишта значајан је факт, да се ови велики трусни појасеви поклапају са главним — низовима живих вулкана и са главним зонама младих горских ланаца, што указују на узрочну везу једних појава са другима.

Узроци земљотреса.

Већ се и по распрострањењу земљотреса по Земљи може закључити, да њих не производи само једна специјална сила, која би била равномерно распрострањена по дубинама земљинице, већ да су то израз разнородних сила. Једни долазе услед дејства спољних (егзогених) сила у кори земљиној, а други услед вулканизма и тектонских процеса, то јест померања слојева у кори земљиној.

У прву групу долазе они механички покрети периферних делова земљине коре, који наступају кад год се поквари равнотежа међ слојевима. На пример: када један слој нагло склизи по другоме, када се стропошта таван у подземној пећини каквој; када се неки слој с подземном водом толико измеша да га ова исплаче; када се слојеви биљних остатака услед угљенисања смање па се њихова повлата по њима нагло спусти и т. д. Ови узроци потреса изгледају мали, али на површини могу имати великога дејства, мада им је обим доста ограничен. Доста су чести у оним местима где подземне воде имају великога механичкога и хемијскога дејства.

И вулкански земљотреси доста су ограничени, обично на околину живих вулкана. Они су чешћи кад је вулкан отворен но када мирује. Најјачи је удар код самога брега. Дешавају се често. Има вулкана који се скоро непрестано тресу. На неким су трусови били претече ерупција. Очевидно је да вулкански потреси долазе од експлозија водене паре и гасова, да зависе дакле од њихове множине, близине или дубине.

Сем ових експлозивних потреса у вулканске ваља рачунати и оне који се могу јавити услед интрузија магме, то јест, услед убризгавања растопљених течних маса у чврсту земљину кору без њихова излива на површину. То се зову криптовулкански, магматни или интрузијски трусови.

У овоме случају трешњу изазива механична снага магме која надире, а појачава је ширење слојева изнад ње услед загревања њеном топлином. — Магматним интрузијама и трусевима обично претходи велика узнемиреност магнетне игле.

Тектонски су потреси највећег обима; они захватају кашто читаве континенте па и читаву земљину куглу. Они су последица хлађења и скупљања земљине коре, услед чега наступају у њој разне врсте поремећаја набирања, пуцања, раседања, у опште померања једне пласе корине поред друге. Земљотреси и померања делова коре (дислокације) јесу дакле присно повезани.

С тога је разумљиво што се главне области земљотреса поклапају са појасима најмлађих планина; — овде су они већином „наборни трусови“.

Разумљиво је што их има врло много где су млађи долински ровови, корутине, и у опште проломне потолине („проломни трусови“), јер у овим областима још трају веће или мање дислокације. Туда су и најслабија места у кори, па се лако померају и тресу.

С тога нема много трусова у областима старих планина у којима су дислокациони напони давно угашени (руска, сибирска, североафричка „табла“ и гнајсни масиви у Канади, Бразилији и т. д.).

Ами Буе је први запазио присну везу између земљотреса и покрета при издизању планина (орогених покрета). Затим су ту везу доказивали Хајм, Дана и Сис и други. Сис је за доказ тога навео одношаје тих појава у Источним Алпима и Јужној Италији. У већим размерама то се очитује на трусовима у областима Јадранског и Црвенога Мора, чију су басени постали услед скорашњих геолошких провала. С тиме се слажу и појаве земљотреса на Мраморном Мору (9. августа 1912.). И померање епицентра трусовима дуж банатско-балканских дислокација у Источној Србији и у Бугарској указује на њихово тектонско порекло.

КОЛЕБАЊЕ КОПНА И ОБАЛА.

Гоњење обала.

Сем наглих издизања и спуштања појединих делова Земље при трусовима, на копну се дешавају такви процеси и врло споро, приметни јасно само на морским обалама и то после врло дугог времена, због чега су названа „вековна“ померања, издизања и спуштања обала.

Људима је најтеже падало када њихова земља заједно са њиховим грађевинама тоне у море, с тога је таквих случајева највише и забележено. Примера очевидних има у Далмацији (н. пр. код Задра). Мада је Хилбер покушао да потопљене грађевине растумачи слегањем растреситог материјала на коме су основане, ипак је вероватно да обале у опште тону и да се море увлачи (ингресија) у долине, градећи тако многе луке, затоне. Улегање обале помаже процесу абразије и доприноси разуђености обале и лепоти предела. — Копно тоне на обалама Истрије. — Утонуло је веома много, и у долини реке Паде, у којој испод садашњег морског покривача леже речни наноси. У Далмацији има утонулих ушћа река и долина, у којима су сада морски канали и драге. Тоне обала Јадрана дуж Албаније и Грчке. У Атици, на Коринту и т. д. има потонулих насеља. — На Криту се једна страна спушта у море, а друга издиже. — Босфор и Хелеспонт сматрају се као долине терцијерних река, у које је море доцније наишло. — Лимани у Црном Мору изгледају такође као морем потопљене речне долине и њихова ушћа. У лиману крај ушћа Буга и у другим неким, испод садашњег морског талог нађени су наноси са речним и бочатним шкољкама. Али има доказа да се почев од Дилувијума издижу земљишта која су скоро пре тога потонула, те је овде очевидна осцилација приморја. По овоме изгледа да се сада Балканско Полуострво креће на прекрет, — крај Црнога Мора издиже се, а крај Јадрана спушта.

Сва обала Ла Манша спушта се у море; за то има много доказа у француским провинцијама у Бретањи, Пикардији, Калвадосу и на наспрамним обалама Енглеске.

Тоне земља у Фландрији и у Холандији и даље дуж обада Данске, Померанске и Прајске, што сведоче на више места потопљене шуме, путеви, грађевине, слојеви тресета.

Као знаци спуштања земље у временима пре садашњег рачунају се потопљена ушћа неких река и приморска полојита језера, фјордови у Норвешкој и сличне морске затоке у Шкотској, на Исланду, Гренланду, Шпицбергу, и широка ушћа река на источној обали Сједињених Држава Америке (Худсон, Делавар и т. д.). — На то указује дугачко (150 км.), а дубоко (око 2500 м.) продужење корита р. Конго у Океан.

Немогућност да се делте створе на ушћима неких река, када оне доносе мору силан материјал, тумачи се подубљивањем дна при тим ушћима.

Огромну дебљину коралских творевина од површине на којој корали успевају до дубина на којима нису могли живети, Дарвин је

објаснио улагањем дна морскога, што је принудило коралске колоније да се непрестано развијају на више како би се одржале на повољном нивоу.

Једнакост фауне и флоре на неким острвима доказује да су она припадала једноме копну, па су се одвојила услед тога што су делови измеђ њих у море утонули.

На улагање морскога дна крај обала указују прибрежни конгломерати и пешчари, који се у земљиној кори налазе кашто по хиљаду метара дебели; јер се оволика моћност њихова не може објаснити другчије до поступним дуготрајним спуштањем плитког литоралног појаса у дубину.

Већина данашњих и геолошки скорашњих спуштања приморске земље дешава се у екваторијалним пределима, а издизање у северним.

Издизања.

Већина издизања бива у северним пределима. Али ова издизања, као и она спуштања, нити су непрекидна ни истовремена ни равномерна.

Морепловци су доказали да пространство Шпицберга, и Нове Земље непрестано расте. За Скандинавију се одавно знаде да јој се северне обале издижу. По њој се свуда, на разним висинама, скоро до 300 м. изнад садашњег мора, приметило трагова некадашњих морских обала, тераса и насипа. Сис је то хтео да растумачи претпоставком не да се земља издиже већ да се Источно Море испражњује; али би онда то море, усањујући свуда, и на наспрамној обали Немачке остављало суву земљу; а то не бива. Нова тачна мерења утврдила су ранију поставку Буха и Лајела да је Скандинавија у недавној геолошкој периоди била покривена морем још за 300 метара више из кога се заједно са Финском издизала после Леденога Доба. Издизање је било у почетку највеће поред Ботнискога Залива, па се распростирало ка Западу и Северу. Већи су се простори издизали у првим фазама но у последњим; растојања ранијих, виших тераса већа су но познијих, ближих мору. На Југу Скандинавије нема трагова тога издизања. Издигнуте обалске терасе виде се и на обалама Скотске, Гренланда, Северне и Јужне Америке.

Обалски и плитководни наноси са положима острица и других мекушаца, са банцима корала налазе се повисоко, по неколико стотина метара изнад садашњих обала на Скандинавији, поред Црвенога Мора, у Малајском Архипелагу. Чихачов је израчунао да се земља у Анадолији у историској периоди увећала за 400 квадратних километара. Поред обала Чиле Дарвин је нашао на висини од 400 м. складове љуштура од мекушаца истих који и сада живе у тамошњем мору.

Има доказа да се тамо гло издизало у неколико махова (седам) и да се је море ширило на седам миља даље од садашњих му обала; али се ове појаве лакше тумаче као последица земљотреса, а не секуларног издизања обала. У Јужној и Западној Европи трагови издизања виде се на обалама Пелопонеза, Сардиније, Сицилије, Капри, Лигурије, Ба-леара, јужне Шпаније, Западне Француске, Ирске и Скотске — који се такође могу сматрати као последице трусова.

На скорашња издизања земљишта указује и ово: неке делте и пристаништа остала су на суву; ушћа неких река и потока (у Нор-фолку) уздигла се, те се сада завршују водопадима од 10 и 15 мет.

Коралски спрудови на једном Молучком острву (Амбоина) издигли су се изнад мора за неколико стотина метара.

У унутрашњости Европе има неколико доказаних примера колебања земљишта.

У Северној и Средњој Немачкој десило се да се с неких тачака могу видети неки предмети који се раније одатле нису могли видети. То се тумачи променама на површини усљед ра-стварања и испирања маса (соли, гипса) у дубини.

У Јужној Немачкој има покрета земљишта, који су тектон-скога порекла. Тачни нивелман Боденскога Језера доказао је да се у њему на неколико места дно подубило. И једна стара језерска тераса лежи сада 15 м. изнад садањег стања воде.

У предгорју Баварских Алпа триангулационе тачке померају се ка Минхену, у опште ка Западу и СЗ. У вертикалном правцу померају се више на Истоку. Идући од Минхена ка граници Аустрије земља све више улеже. И ако ови покрети изгледају неприметни обичноме посматрачу, ипак се рачунају у геолошки брзе тектонске поремећаје.

На снижавање подгорине Алпа, услед продуженог издизања планине, указују поремећаји старијих долина и тераса из свога нормалнога положаја. Снижавања ова, по рачуну Хајма, износе под северним Алпима 400, а под јужним на 600 м. На овај начин постала су многа језера и многе проширице долина у овим областима.

Овакве осцилације земљишта далеко од морских обала доказ су њихове независности од евентуалних осцилација морскога нивоа. Оне доказују да је земљина кора у опште врло покретљива како у целини тако и у појединим деловима њеним, и да су старији геолози имали право када су тврдили: да се земљина кора гiba и колеба, у опште покреће.

Наизменична спуштања и издизања.

Најлепши се за ово пример види на остацима Сераписовог храма код Пуцуоли близу Неапоља. Озидао га је Марко Аврелије

несумњиво на сувој земљи, али се доцније, вероватно поводом еруп-ције Солфатаре (у год 1198), његов под спустио у море за $3\frac{1}{2}$ м. што сведоче до те висине избушена легла морских шкољака, по великим стубовима који се још држе усправно. Доцније се земљиште опет издигло, вероватно приликом ерупције, Монте Нуово, (г. 1538), те је под још са врло мало воде био покривен као што се то видело и осамдесетих година прошлога века. У деведесетим годинама под је био сасвим на суву. Сада се опет примећује врло слабо спуштање тла.

Осцилације земљишта у историјској периоди утврђене су дуж обала, од Кап Мизена, Неапоља до Сорента и на острвима у заливу Неапољ-ском. Осцилација обала има и по приморју Грчке. — Било их је такође и у Северној Европи код Штокхолма и Кенигсберга.

Има примера да на врло блиском одстојању једна обала тоне, а друга се издиже. Најкласичнији су за то примери острва: Критског и Бахамског (Антили), на којима се један крај издиже, а други тоне.

Трансгресије и регресије мора. Да су осцилације земљишта у прошлим геолошким периодама бивале, и то врло учестане и у вели-ком обиму, доказује смењивање творевина дубинских и плитководних, маринских, слатководних и копнених, које се види скоро у свакој вели-кој серији слојева од којих је земљина кора саграђена. Али ни нај-потпунија серија слојева није потпуна, т. ј. све геолошке периоде не-мају нигде све своје материјалне представнике, већ је свуда било пре-кида у формацији. Ови прекиди и празнине указују такође на колебање земљине коре; они одговарају тако званом континенталним пери-одама у оним областима где се морско дно издигло на површину земље.

Када море плави велике делове копна и на њима оставља своје творевине онда се то зове трансгресија мора; а када се море по-влачи са копна и његово се дно испољи, та се појава зове регресија мора. То су последице највећих покрета у земљиној кори. Њих је бивало скоро у свима геолошким периодама, па им оне и дају једно од главних њихових обележја и постављају границе између њих и између појединих векова у њима самим. Њих из ближе проучава Истори-ска Геологија или Стратиграфија. — Трансгресија мора бивало је не само у близини садашњих Океана већ и далеко од њихо-вих обала и по местима где су сада највећи планински висови. — Има их које указују, да су у неким геолошким временима не само огромне области садашњих континената у исто доба биле под морем, већ по њима изгледа као да је тада цело суво копно било потопљено. У ствари пак универзалнога потопа Земље није било ни у једној позна-тој геолошкој периоди.

Епирогенетски покрети зову се колебања великих простора земљине коре, било на копну, било под морем, од којих зависи постање континента и Океана. Мисли се да континенти постају и промењују се поглавито од вертикалних (радијалних) дислокација дуж врло дубоких прелина у кори, а планине на њима поглавито од набирања, које се јавља услед потискивања у хоризонталном правцу. Епирогенетским покретима приписује се и постанак Океанских басена. И највећи, Тихи Океан, могао је постати таквим улагањем тла на огромном простору. — Морски басени у опште постали су, дакле, слегањем великих комада земљине коре измеђ пукотина. Али су се такви басени могли створити и без пролома, самим улубљењем тла морскога дна, савијањем на изванредно великоме распону (ундулације). Континенти су, према томе, они велики комади Земље, који су при оваквим покретима остали на својој висини, па изгледају као неки првобитни висоравни. Али, у ствари, могли су се мало и узвисити изнад првашњега стања. Европа са Азијом (Евразија) јесте највећа садашња континентална област.

Обале измеђ Океана и Континента имају два главна типа: пацифични и атлантски. — Пацифични тип карактерисан је тиме што се главни правац обале подудара са главним правцем наборних планина, које се дуж обала протежу; ту обала изгледа као да је ивица планинске системе. Такве су обале око целог Тихог Океана, и по неким деловима средземних мора: Далмације, Грчке, Италије. — Обале атлантскога типа не иду упоредно са главним правцем пружања планина на континентима око Атлантскога Океана, већ планински венци управно или косо упиру у обале.

Претпоставком да су океанске потолине постале вертикалним спуштањем тла дуж пукотина објашњује се зашто су врло чести стрми и дубоки одсеци на морским обалама и зашто су највеће дубине Океана у близини континента; а у вези с тиме објашњује се и што је највеће развиће вулкана и трусних појава у зонама великих прелома литосфере.

Правилност трансгресија и регресија. Копна се рачунају у релативно стабилне масе, на супрот оним лабилним и ако дугочасним, дугачким коритима, која леже поред њих и која се називају геосинклинале. Колебање њихових односа, које се очитује колебањем мора по њиховим областима, подлежи некој извесној правилности коју је Ог овако формулисао:

1. Трансгресије се не врше наизменично по два хемисферама, као што би се по неким хипотезама дало мислити (Сисове хипотезе) већ у исто доба на обема хемисферама Земље.

2. Оне нису локализоване по географским ширинама, већ се дешавају у исто доба у регионима и поларним и екваторијалним.

3. Трансгресије никада не обухватају целу Земљу.

Пошто је у много случајева примећено да трансгресија мора у једној области одговара регресији а у другој, то је Ог, проучавајући детаљно такве појаве у целој Историји седиментних формација, дошао до овога закључка:

када је један члан седиментне серије слојева трансгресиван по континенталним областима, он је у регресији по геосинклиналама. И обратно: кад је један члан трансгресиван по геосинклиналама он је у регресији по континентима.

То ће рећи: да су покрети земљине коре у једном правцу синхронични по свима континенталним областима и да те осцилације имају компензацију у супротним осцилацијама по геосинклиналама. Докази за ово налазе се у Историјској Геологији.

Узроци колебања земљине коре.

Снижавања и издизања тла имају разне узроке; негде су ови локални, а негде су израз рада силе од општијег геолошког значаја.

Неке денивелације на површини постају кад се промени величина запремине маса испод ње; а ове су промене последица хемиских и физичких процеса у њима. Запремина се увећава хидратацијом слојева (н. пр. претварање анхидрита у гипс) или загревањем слојева (н. пр. услед приближења еруптивних маса). Запремина се смањује, на пример, при карбонизацији угљених слојева у земљи. Покрети земљишта, који се при овоме јављају малога су обима и значаја као и они који се примећују приликом стропоштавања горњих слојева у празнине створене радом подземних вода.

Нешто знатније могу бити денивелације поводом вулканских ерупција и оне које су у хронолошкој и узрочној вези са трусовима, али су и ове ограничене на мале области.

Као трусовима тектонскога порекла тако и осцилацијама копна, било на морским обалама било даље од њих, главни, општији узрок ваља тражити у контракцији земљине кугле, од које долазе велике неједнакости на њој (копна и океани) и други велики геолошки појави ендегенога порекла.

Неки геолози и геофизичари (Адемар, Шмит, Сис) мисле да не постоји издизање и снижавања чврстог копна, већ да се тада у ствари маса океана смањује или увећава. Мишљење се ово оснива на неколико претпоставака астрономске и геолошке природе. Астрономске су претпоставке: 1. да сунце и месец преносе морске масе с једне земљине полутине на другу; 2) да се мења брзина окретања Земље око своје осовине, те се при већој брзини море више нагомилава око екватора и обратно; 3) да се мења положај земљине осовине па то изазива нове размештаје мора и

копна. Против ових претпоставака говоре и правила хидростатике и факта, да се у једном истом пределу налазе примери и издизања и спуштања земље и т. д.

Геолошке су хипотезе: 1) да се море у толико више припиње уз обале у колико су ове брдније; ово је вероватно, али од врло малог дејства, а факт је на пример да је море у планинском приморју Лигурије на истој висини као и на равној обали Немачке; 2) да су глечери у дилувијалној периоди, увећавајући масу копна, увећавали и његово привлачење мора; али леда нигде није било толико да би се море због њега пело у висину на много стотина метара (у Скандинавији бар на 300 м.), када 1000 м. дебелог леда, може да узвиси море само за 4 м.; 3) да се ерозијом и абразијом земље и снашањем ове у море његово дно узвишује, па се и ниво му може повисити. Али је израчунато, да када би се баш цела маса свију садашњих континената снела у Океане не би им се ниво могао попети више од 150 м.

Већину ових хипотеза сматра Сис као узроке како локалних тако и општих покрета, које он назива евстатичним, да тиме истакне своју мисао да су то покрети хидросфере. Позитивно евстатично кретање назива он када море потапа копно, и тумачи га засипањем морског дна седиментима. А негативно евстатично кретање било би, по њему, када се ниво мора смањује услед проваљивања копна дуж обала. У оба случаја суделовало би и наизменично премештање воде морске час ка екватору час ка половима. — Али ова замишљена гигања морског огледала нису кадра да потпуно оправдају ни једно од најскорашњијих издизања, на пример Скандинавије, а камо ли онако честе и онолико велике трансгресије у свима геолошким временима. — Претпостављени узроци евстатичних појава нити су сви ни вероватни, ни довољно општи и јаки. С тога се Сисови назори, после приличног, а привременог успеха, нису одржали, као ни његове дефиниције „позитивних“ и „негативних покрета“, (по којима би позитивно значило да море расте, а негативно да море опада).

Научари су се вратили староме мишљењу, да се у ствари чврста земљина кора више мање а у опште колеба и то услед сталног хлађења и скупљања, који процес траје од њеног постанка до данас.

РАД СПОЉАШЊИХ СИЛА

— ЕГЗОДИНАМИКА —

Егзодинамика обухвата све геолошке појаве и промене које на земљиној кори врши атмосфера својом топлотом, својим састојцима, својим покретом, и промене по кори и у њој које врши вода текућа, стајаћа и залеђена, надземна и подземна. Дејства су та двојака: разорна и творачка. Разорна се очитују распадањем

стена на површини, трошењем, растварањем и промењивањем стена у кори. Строшени се делови носе са свога првобитног уздигнута места у низине где се таложе и смирују. Тиме се неједнакости на површини нивелишу, докле рад подземних сила увећава те неједнакости. Творачки рад река и мора тако је пресудан за стварање седиментних стена, да је разложно скупити га у одељак Петрогене Геологије;

Тамо је пренет и преглед резултата петрогеног рада организама.

Геодинамика показује колико је велики оптицај воде у природи. Али и друге материје нису умртвљене, чак ни оне које су у највећим дубинама Земље. Из тих дубина са вулканским ерупцијама излазе на површину водоник, угљеник, азот, хлор и предају се саобраћају, излазе и друге ређе материје. — Складови соли који су се и у најстаријим геолошким временима скаменили растварају се, раствори им извиру, с рекама мешају и у море увиру. Материје које из ваздуха, воде и земље улазе у састав организама предају се, по њиховој смрти, опет матери Земљи и њеном ваздушном и течном омотачу, дакле новом оптицају.

ПОДЗЕМНЕ ВОДЕ.

Подземна вода постаје од атмосферске воде, која на Земљу падне и у њу се процеди пошто се први део њен по површини сточио, а други испарио. Размера ова три дела врло је променљива према разним погодбама климе и земљишта. Обично се рачуна да је количина воде што улази у земљу мања од једне трећине воде која је из атмосфере пала. Та је количина највећа када је површина тла равна, биљем обрасла, а оно састављено од шупљикавих и испуцаних стена. Песковита и шљунковита површина може да упије сву кишницу, а збијена глина задржава је те се на њој граде баре, тресетишта, цретишта и т. д. Сем глине слабо су пропустљиве земље иловаче и лапорњаче особито ако су већ раније водом засићене, а такође и површине глинаца, шкриљаца и громадних стена. Каменито тло прима и пропушта воду процину када је од порозних стена, нарочито од пешчара, туфа и шупљикавих вулканских стена, а и збијене стене прихватају воду када су испрскане. Неку извесну, малу количину воде прима и најкомпактнији камен, те је и он влажан док је у земљи; отуда је „брдска“ или „мајданска влага“ у сваком камену.

Издан. — Инфилтрациона се вода спушта у дубину док не наиђе на слој који је непробојан, непропустан, изнад кога се нагомилава у тако звану подземну водену издан. У нашим крајевима ово нагомилавање воде траје за време зимњег полгођа, а у летњем пол-

гођу испаравање и биљке толико потроше кишнице, да у дубину скоро ништа не понире, особито са земље под усевима.

Када вода испуни цео скважљиви слој подземна издан је сасвим близу до површине земље. Њена горња површина приближно је упоредна са површином земљишта; али је под бреговима положитија но што је ту спољни рељеф. Стога су бунари, који обично црпе воду из подземне издани у равницама плитки и скоро једнаке дубине, а по брежуљцима неједнаки: дубљи су при врховима но по падинама и подножју. У пошумљеноме крају бунари су нешто дубљи но у местима исте висине без шума, јер гора црпи подземну издан више но обично биље.

У једној речној долини која је испуњена растреситим градивом подземна је издан често правилно размештена, те се ту може говорити о једној мрежи подземне воде као и надземне. Кад је земљиште сасвим растресито вода га толико испуњава да се може сматрати као подземно језеро, а не само као мрежа подземних поточића и речица. Највећа је подземна издан у долинама великих река. Ту је она правилно развијена по свима садашњим и старим алувијонима и лако се може црпсти и обичним плитким бунарима. То ласно добијање воде јесте један од узрока, што су највећа насеља баш на теренима у којима је изобиље подземне пијаће воде.

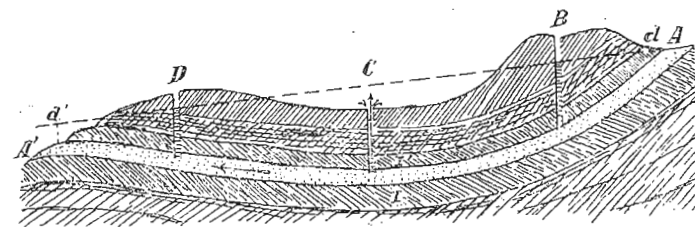
И подземна вода налази се у полагааноме кретању (по 2—3 м. на 1 сат) у правцу долине. И под земљом се мањи и виши токови сливају у веће и ниже, док не доспу до главне реке која их прихвата. При маломе стању воде у рекама може по негде да се види како се подземна вода слива у њихова корита. Када је у рекама вода велика она успори подземну издан и подигне јој ниво ка површини; али се ове две воде, речна и подземна, не мешају. С тога се у бунарима поред река дубина воде може мењати спрам стања речног нивоа, али је у њима вода увек бунарска, подземна. У бунарима крај мора вода стоји више но ниво мора, али се познаје да ка њему нагиње.

Има места у којима је подземна издан подвојена у два и више водоносних слојева, растављених безводним слојевима. Први водоносни слој добија своју воду са површине земље над њим; а нижи је добијају на својим изданцима који су испољени по оквиру данога басена. Горњи слојеви могу кашто бити пунији водом но доњи, али је она у њима несталнија но у нижим.

Артески бунари.

Када су доњи водоносни слојеви доста дубоки и коритасто слојени, онда се у њима могу отворати, управо бушити артески бунари, из којих вода истиче сама на површину и ако јој је резервоар

у великој дубини, а излази зато што је под хидростатичким притиском своје масе и под притиском непробојнога слоја изнад ње. Артески

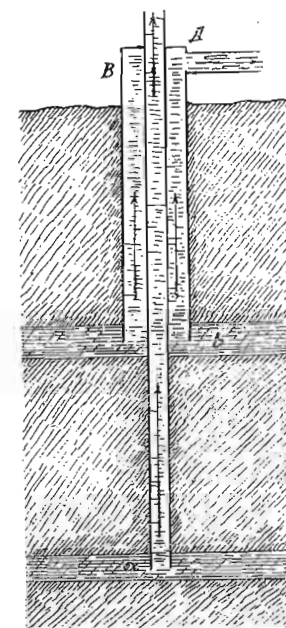


Слика 15. Вертикални пресек терена у коме је један водоносни слој AA' између слојева непробојне глине I. I'. Вода понире у скважљиву земљу код А и природно извире код А', а пење се, под хидростатичким притиском, у бунаре В, С и D скоро до линије, тога притиска d d'. Из бунара В и D. чији су отвори изнад тога нивоа, не може да излази као артеска вода, а из бунара С. може да искаче у висину близу до њега.

се извори могу најпре добити из оних басена, у којима је вода под притиском горњег непропустљивог слоја у толикоме напону, да би кроз дату јој одушку могла избијати не само до површине него и скакати у ваздух скоро до висине која одговара висини далеких изданак водоносних слојева по оквиру басена. Али ту висину водоскок не може достићи, јер вода губи снагу трењем о дуваре док не дође до површине и отпором ваздуха око и изнад водоскока.

Кад нема довољно хидростатичнога притиска вода ће се попети у избушену цев само до неке висине, а неће избијати и на површину (сл. 15.) Ако се у истоме водоносном слоју избуши више бунара ублизо, онда ће се смањивати количина вода у прво избушеним бунарима.

И артеска вода може бити размештена у више хоризоната у којима се може и разликовати по количини, топлоти и примесама (сл. 16); у нижим је слојевима обично обилнија, топлија и под већим притиском. У Америци се у неким местима (Охијо, Индијана и Флорида) бушењем пролазило кроз наизменичне слојеве воде слатке и слане и минералне и кроз слојеве петролеума.

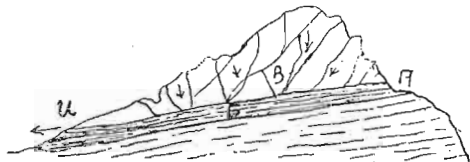


Слика 16. Артески бунар, који даје две различне воде; једну горњега водоноснога слоја b кроз ширу цев В, а другу из дубљега слоја а, кроз ужу унутарњу цев.

Извори
 50 Извори
 Извори

Извори. Кретајући се, услед своје тежине, и ако врло споро, по својој непробојној подини, подземна вода дође врло често до површине и ту њена вода извире.

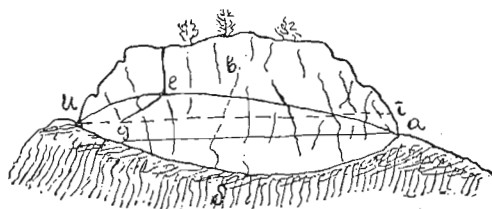
Овај се случај дешава у разним приликама. Најпростији је случај када је непробојни слој у косом положају, па низ њега струји вода



ка његовом доњем изданку (сл. 17.). Извори се тада могу јавити дуж целог пресека површине подземне воде са површином земље. Ако се под неким тлом скупљају

два водоносна слоја, један изнад другог, онда се по страни, на површини могу јавити извори на два различита висинама. Тада из горњих, врло плитких слојева излазе врло слаби изворчићи, често само привремени, с пролећа, или се ту види само пиштак. Има их кадшто одмах испод рудине и ти су понајчешће врло привремени.

Ако се у некоме брду вода скупља изнад непропуснога слоја који је у виду правилнога котла, онда се извори могу из њега преливати свуд околу брда, ако је ивица тога котла у једној висини; или само по страни тамо где је ивица нагнута или где је ерозијом дубље прокинута. (Сл. 18.)



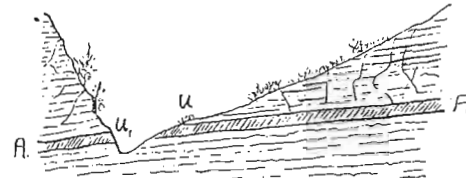
Слика 18. — Кроз пукотинице у маси брда б вода се скупља као у некоме котлу изнад непробојнога слоја б, кадшто до висине *uea*. Извора може бити и на горњој страни код *u*, али су много јачи на доњој код *a*, где може да истиче сва количина подземне воде до висине *ad*.

У наборним областима извори се јављају према томе како долине просецају водоносни слој или водену жицу. Највише се воде скупља у коритима обичних набора (синклиналама), и ту се извори јављају подједнако на обема странама долине. Ако долина просеца једнокрилне наборе (изоклинале) извора ће бити само на једној страни као и када би просецала један нагнути водоносни слој. (Сл. 19.) Извора нема у омањим долинама, које су ижљебљене у своду набора (антиклинала).

По ртовима брегова (њиховим конвексним површинама), водена се издан ретко кад испољава; а у увалама (конкавне стране) водени млазеви иду ка изворима. Ако и не избија на површину, изворска ће се вода најпре наћи на подножју удољастих делова брегова.

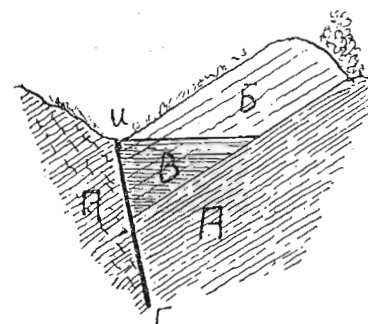
У областима раседнута земљишта извори се појављују на разне начине од којих је један представљен на сл. 20.

Подземна вода није увек у растреситим слојевима које може кроз да испуњава, већ и у пукотинама, воденим жицама (пукотинска или раселинска вода). Ови су дамари кадшто плитки, те се до њих може доћи обичним бунарима. Могу они избити и сами собом, по странама брда услед тежине и струјања воде. Други пак



силасе у веће дубине, из којих се враћају на површину где има одушке кроз друге пукотине; у овима највише их потискује хидростатни притисак воде из горњих жица одакле су и дошле. То су дубински извори („узлазећа врела“). Кроз пукотине вода тече доста брзо, па брзо отуда и извире; она се не пречишћава као подземна издан у песковима и у пешчарима. Није дакле вода „из камена“ увек и најбоља. То се познаје нарочито у јаким врелима што избијају из ждрела, гротла (Млава, Пива) и пећина у кречњачким пределима. По кречњачким бреговима Јуре све пукотине и пећине напуне се с пролећа водом снежницом, па из тих великих резервоара целог лета истиче довољно воде у изворима Дубса, Лус и Енс. — Јака врела воде сакупљене по карским пукотинама избијају по негде и на дну мора, језера и река у близини њихових обала. — Добра је, бистра и чиста пукотинска вода планинских изворчића у гранитоидним стенама и кристалистим шкриљцима. Извори су ту малени али многобројни, док су врела у кречњачким теренима ређа али обилата водом, истина често врло нечистом.

Слика 19. представља случај када је водоносни косо нагнути слој AA просечен долином; тада ће извори бити јаки код *u* то јест на страни ка којој тај слој нагиње, а на супротној страни, код *u'* врло слаби или никакви, јер је води лакше да низ нагиб понире у брдо.



Слика 20. — представља један доста ређак случај извора *u* на дну долине изривене дуж раседа *uГ*, по коме се десна страна срзала, те се у водоносном слоју *B* скупља вода *B* која извире код *u* на додиру са површином тла.

У кречњачким брдима јављају се кашто и наступни извори, из којих вода не истиче стално већ на махове, али доста уредно, пе-

риодски. Та се периодичност објашњује овако: канал који доводи воду из резервоара до извора није прав већ савијен као крива натега; па ће вода почети излазити када се резервоар напуни до висине горње окуке канала, а престати када се испразни до висине извора. Застој извирања одговара времену потребном да се унутарњи резервоар водом напуни. Оваквих извора има у Србији код села Лазнице у Омољу, таква је и „Потајница“ код Кучева.

И обични извори могу да постану наступни када им се, услед суше или других узрока обустави притицање подземне воде; али ово не бива онако периодски као код потајница. Има празних „издуха“ у вртачама и ван њих у које надземна вода обично понире, али кроз које избија вода из резервоара када се ови толико препуне да не може сва редовним каналом да истече. У области карста види се често да из неке вртаче избија подземна вода, па брзо штукне у оближњу нижу вртачу (Жива у Дробњацима). Има мајских извора који издају воду само с пролећа док се отапа снег по бреговима. Има глечерских извора који раде само дању и само лети док се ледник загревањем отапа.

Јачина извора зависи од количине подземне воде, а ова зависи од количине метеорске воде, која на земљу пада и у њу понире. Како је ова променљива не само у годишњим временима већ и у узастопним годинама, то ће се према томе управљати и количина воде у већини извора, особито у оних који нису дубински ни планински.

Интересно је да се количина воде у многим изворима на морским обалама мења не само према морском приливу и одливу, већ и по правцу и јачини ветрова. Мења се, на пример, и у бунарима подалеко од обала (у Лилу на 60 км. даљине), јер је вероватно да је овде подземна издан у континуитету са морским огледалом.

У новије доба утврдило се да се издашност и дубинских минералних извора мења према количини горње главне подземне издани. Када се ова црпљењем јако смањи, смањи се и њен притисак на пукотинску воду те ова мање истиче. Већи пак, ваздушни притисак отежава истицање извора из пукотина.

Две крајности по јачини извора јесу: прво они цурци из којих вода не тече ни као најмањи тачак, већ само капље (капљувци) и велики вирови и врела из којих од једном истиче читава река, као на пример Пива, Млава.

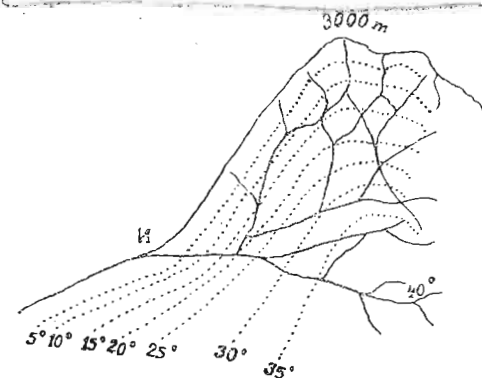
Топлота обичних извора равна се средњој годишњој температури места на коме су или је за један до три степена виша. Ти се извори зову хладни, а топли се зову они чија температура надмаша

средњу температуру места. Према томе извори су хладнији што су у вишем пределу, али им степен не опада брзо као степен спољне средње температуре. Температура извора зависи од топлоте воде процедине и слојева кроз које пролази. Први је фактор очевидан код врло плитких извора. Неки извори топлији су зими но лети, јер залежена рудина не пропушта хладну процедину, те извори избијају са топлотом унутарњих маса из којих потичу. Како топлота тих маса расте за 1° на сваки 30 м. дубине, то ће се тако постепено све више загревати и подземна вода што се више у дубину спушта. На 1 км. испод површине вода може да има 40° , а на 3 км. више и од 100° ; дакле може и да кључа од самога додира са стенама у тој дубини.

Топли, дакле, извори добијају своју топлоту од опште унутарње топлоте земљине. Они су у толико топлији у колико је већа дубина из које потичу и већа брзина са којом истичу на површину. Температура им може бити у неколико мања од почетне ако врло споро истичу и ако пролазе кроз стене које су добре топлоноше, па им је одузимљу. — Не треба пак мислити да врели извори избијају само из дубоких пукотина под њима; они се могу и спуштати из дугачких канала у брдима над њима, чија је маса довољно дебела да се кроз њу понире вода, загревајући се по геотермскоме степену, може јако загрејати. (Сл. 21.).

Када у некоме месту сагоревају слојеви фосилног угља или се дешавају хемиски процеси при којима се развија топлота (као оксидација хидратација), онда воде које отуда потичу имају већу топлоту но што би је имали по одговарајућој им геоиотерми.

Дешавају ли се пак негде процеси који вежу, одузимају, топлоту (испаривање) онда извори излазе хладнији но што би иначе требало да су. Има случајева да се вода у земљи мрзне. Природне леденице постају у пећинама код којих је отвор на њиховоме врху, па се летњи топли ваздух, као лакши, врло споро спушта на ниже и не може отуда да



Слика 21. тумачи постанак топлотг извора и из хладне планинске воде, која пониреући кроз високо брдо наилази на све већу земну топлоту (5° , 10° , 15° , 20° , 30° , 35° и 40°) загрева се и скупља у главну жицу, која избија на страни брега по некад на врло великој висини.

потисне тежи хладни ваздух, који је учинио да се преко зиме замрзне вода што у пећине улази или снег који је у њима навејан. У неким се пећинама лед стално задржава; а у неким се за време жарких дана или истопи сасвим или делимично те се у току зиме обнови; ово су привремене леденице. У Србији природних леденица има на Ртњу.

Топли извори.

Као најважнији узрок врло врелим изворима замишља се да је његово порекло од вулканских пара. Водена пара издвојена из вулканских маса улази у пукотине, згушњава се у врелу воду, а ова се на више креће придоласцима нове паре, која се такође кондензује. У издизању кроз хладније стене врелина воде смањује се у толико више у колико је дужи и шири канал којим протиче, и у колико је мања њена маса и брзина, а нарочито, у колико се успут више помеша са обичном подземном водом. Воде и изворе овога исконскога и вулканскога порекла Сис је назвао јувенилне. А вадозне воде назвао је Позепни инфилтрационе воде које круже по кори, а произлазе из атмосфере. Јувенилни извори имају сталну топлоту и сталну количину воде, а у вадозним је обоје то променљиво. Јувенилне воде пењу се на више; а вадозне се прво спуштају са површине па после враћају. Прве износе собом разне материје из дубине; а друге их доле добијају. Обе врсте вода могу и да се мешају; а то већином и бива, те стога неки геолози мисле, да су у изворима прве категорије јувенилне само вреле паре и гасови, а да је главна водена маса вадознога порекла. Јувенилне су воде, дакле, везане за области вулкана, живих или угашених.

Али вреле воде нису све вулканскога порекла и ако су све у вези са дубоким пукотинама (Гастајн, Феферс, Баден код Беча). У областима Алпа, а и старијих европских планинских система, познате су линије дислокација дуж којих има топлица без икакве везе са вулканским изданцима (термална линија Бадена код Беча). — У Србији има топлих извора у областима некадашњих вулкана, а и ван њих.

Топли извори могу се, дакле, овако поделити.

I. Вулкански, који су врели већ у малим дубинама због јувенилних састојака:

а) у областима живих вулкана: Исланд, Нови Селанд, Јапан.

б) у областима угашених вулкана: Ческа, Ајфел, Француска, Евгани, Јелостон-парк у С. Америци.

II. Брдски, геотермални т.ј. загрејани само топлином Земље. Ови се могу разликовати по томе:

а) да ли се спуштају из пукотина, као топли извори у неким тунелима (Симплон) и други неки (Феферс, Борнин).

б) или изавиру на више кроз канале. (Наухајм, Висбаден, Емс, Баден-Баден, Баден код Беча, Баден код Цириха).

Гејзери су врели наступни водоскоци. Има их у многим земљама, а највише на Исланду, у Сев. Америци и Новом Селанду.

На Исланду има врло много малих врелих извора. Великих их има неколико. Највећи је Велики Гејзер, чије је име узето за све сличне вреле наступне изворе. Он избија на 46 км. С.З. од вулкана Хекле, на једноме малом конусу од сиге, а из басена од 15 м. ширине и 2 м. дубине испод кога је канал дубок преко 22 м., а широк 3 м. За време мировања басен је испуњен бистром, врелом водом (од 76° до 89°), која се на једној страни прелива. У каналу је вода што дубље то све топлија, али је на свакој тачки испод температуре која је потребна да под притиском горњег стуба вода може прокључати. На дну она има 127°. Близу испод средине има 122° дакле само један степен мање но што је потребно (123°) да на тој тачки може прокључати. Довољно је дакле да се овај слој из средине, под неким потиском из дубине, потисне на више за једно два метра; тада ће притисак спасти, вода прокључати, у пару се претворити и собом сву горњу осталу воду напоље истерати. То и бива у виду водоскока до 30 м. висине. Сваке се велике ерупције недавно дешавале сваких 24 до 30 часова. За време пауза дешавају се „мале ерупције“, сваких 80—90 минута, при којима избијају само велики клобуци водене паре и заталасавају воду у басену. При великим ерупцијама испразни се сва вода (од 160 кубних метара) у басену и у каналу може да се види његово дно:

Услед труса 1896 г. Велики Гејзер почео је да избија чешће и даље у висину но пређе, а оближњи му гејзер Строкур престао је избијати. Гејзери су многобројни у Сев. Америци на височини Јелостона где су се негда изливали обсидијани, риолити и где сада има преко 3500 врелих извора, од којих је већина мирна; преко 100 њих су стални водоскоци, а 75 наступни. Бројеви се ови мењају, јер један исти извор може из стања обичнога да узме форму водоскока и обратно. Сем тога у овоме пределу има језераца топле и разлажене воде, извора врелог муља, фумарола и солфатара што све указује на скорашњу вулканску акцију. Тамошњи су гејзери врло различни по величини, количини воде и периодичности ерупција. „Гигант“ је сваких 6 дана скакао по два сата у висину од 250 м.; али његове паузе могу да трају скоро и годину дана. Најмањи су као прст дебели млазеви који тако рећи свакога минута штрцају из земље. Најсталнији је „Стари Верни“, који избија редовно сваких 65 мин. и траје обично по 4 м.

На Новом Селанду је до 1886 г. било врло много, на хиљаде, топлица, врионица, парионица и врелих шедрвана, али је те године једна силна експлозија и ерупција вулкана Таравера скоро све то разорила и пепелом засула. Четири године после тога вреле подземне воде избише као један огромни гејзер (Waimangu) од 800.000 кг. тежине, на 400 м. висине, и са стубом водене паре на 1000 м. висине.

Периодичност гејзерских извора тумачи се тиме што је после сваке ерупције потребно неко извесно време да се водом напуне подземни канали, да се та вода загреје под утицајем паре која из дубине, из негдашњих вулканских огњишта долази, да бар један део те воде — онај у средини стуба где се претпоставио придолазак веће топлоте и са стране, може у самом каналу прокључати, у пару се претворити и експлозијом сву осталу воду у висину истерати. Ово се тумачење оснива на проматрањима и експериментима које су Бунзен и Деклоазо извршили на Великоме Гејзеру. Вероватно је и Кајзерово тумачење; он претпоставља, да подземни канал није прав већ као сифон на лакат или да је то неправилни пошироки резервоар који се на врху стесни у грлић, пре но што се прошири у спољни басен. Ту ће се скупљати јаче загрејана вода најзад се прегрејати и прокључати.

Није немогуће ни тумачење Јагара да се подземна вода, скупљена у горњим пукотинама, загрева придоласком дубинске вреле воде близу до тачке кључања, да услед тога њен притисак на доњу врелу воду толико ослаби да ова може прокључати и у експлозивну се пару претворити. Има разлога веровати да је у већини гејзера вода вадозна, а дубинске вреле воде као и водена пара да су јувенилне. У променама једнога гејзера могло би дакле назрети овакав циклус. Вулканска топлота загрева воду, која ће извирати као топла вода. Врела вода раствара и силицију са којом повисује свој канал, при врху га у грлић стешњује; тако обични извор постаје гејзер. Гејзер гради себи спољни конус са басеном; временом се претвори у обичан извор. Ако се стари канал затвори вода тражи друге излазе; јављају се нове терме, које могу прећи у нове гејзере и т. д.

Хемијски састав подземних вода врло је различан. Мада је вода од кишнице и снежнице, која се у земљу инфилтрира врло чиста, скоро дестилисана, брзо она већ на површини земље почне растварати неке минералне састојке. Понајпре се у њима нађу калцијум и магнезијум карбонат; али ови, ако су у малим количинама, не чине воду непитком.

Тешке („тврде“) се зову воде у којима растворених карбоната има више но у обичним питким водама. За мерење овог недостатка постављена је скала од више степени.

Доброта пијаће воде не зависи само од минералних у њима раствора већ и од клица што у њој лебде. Неповољна физиолошка дејства могу имати јаче количине растворене соли и гипса, сумпорводоник, амонијак, а нарочито клице у органским трулинама. Ако овакве воде пролазе кроз слој песка оне се већ на трећем метру испод површине прочисте, особито ако изнад песка има изолаторски слој од глине. — Органске распадне накупе се у подземној издани када и њен ниво доспе до површине где их највише има. Таква се пијаћа вода загади и од ње наступају повремене заразне болести. Али ако је ниво подземне издани дубок, на пример 20—30 метара, онда нема вероватноће

да ће површинска трулеж до њега доспети, нити заразно загађење воде изазвати.

У изворима су до сада нађени ови састојци: 1. Метали: натријум, калијум, литијум, цезијум, рубидијум, калцијум, магнезијум, стронцијум, баријум, алуминијум, гвожђе, манган, цинк, бакар, олово, калај, злато, сребро, никел, кобалт, жива, радијум; 2. Киселине и творци соли: угљена, сумпорна, сумпораста, азотна, фосфорна, борна киселина, сумпор-водоник, хлор, бром, јод, флуор, селен, сумпор; 3. Органске материје: барегин (изворска киселина), амонијак, мравна киселина и т. д.

Минералне се зову оне воде у којима има растворених састојака више но у обичној пијаћој води. Оне су више или мање многоструке, а класификују се и именују по ономе минералноме састојку који се сматра као главни у њима. Тих класификација предложено је до сада у повеликоме броју, али су у свима главне групе увек исте. Следећа је једна о најскорашњих.

I. Кисељаци са много угљене киселине.

1. прости кисељаци са незнатним другим састојцима.
2. кисељаци са карбонатом магнезије и калције („земни“ кисељаци). Селтерс.
3. алкални кисељаци са алкалијама. Хладни Гисхибл, топли Виши.
4. алкално-слани кисељаци са доста соли уз алкалије: терме у Кисингену и Наухајму.
5. гвожђевити кисељаци са раствореним карбонатом гвожђа: Спа.
6. мешовити кисељаци, са разним састојцима, али без и једнога карактеристичнога.

II. Слани (муријатични) извори, са доста соли (преко 15 гр.) кашто са јодом и бромом (Хал).

III. Сулфатни — горки — извори.

1. натронски: Карлсбад, Маријенбад, Франценсбад.
2. магнезијски горки: Будим, Сајдлиц.
3. кречни (гипсни): калцијум сулфат.
4. стипсани: алуминијум сулфат.
5. витриол гвожђа и бакра, кашто са арсенском киселином (Рончењо, Левико, Витриоло).

IV. Сумпорни извори, са сумпор-водоником и алкалним сулфидима: Баден код Беча, Ахен, Екс ле Бен.

V. Силициски са опалом, силикатима: Гејзер, Пломбијер.

Хлороводоничних извора има на вулканима. Радиоактивни су извори карактерисани еманицијама радијума. — Акротерме или индиферентне терме су извори преко 20°C топлоте, а са минералним састојцима као у пијаћој води: Гастајн, Феферс, Теплиц, Феслау. — Мисли се да су радиоактивни те отуда лековити.

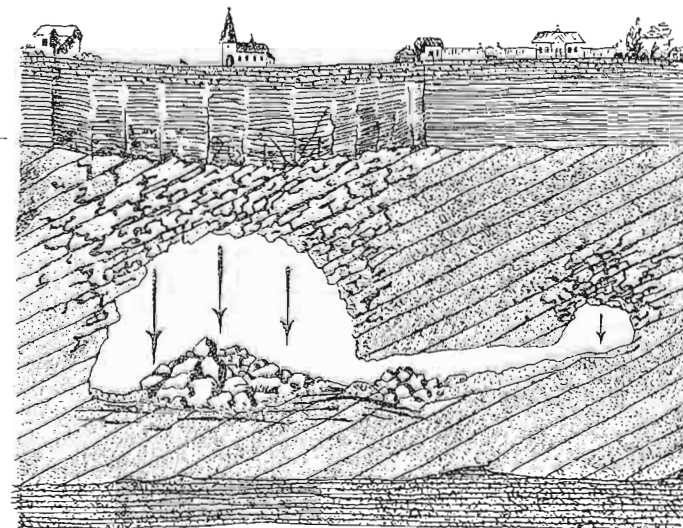
Лековите воде у Југославији овако су полузванично класификоване:

- I. Акратопеге (неутралне до 20°C): Топчидер.
- II. Акратотерме (неутралне, преко 20°C): Блед (Словенија), Вишеград (Босна), Дарувар (Хрватска), Добрња (Сл.), Јошаничка Бања (Србија), Крапина (Х.), Кулинска Бања (С.), Лакташи-Илица (Б.), Нишка Бања (С.), Овчар-Каблар (С.), Олово-Бања (Б.), Пивска Илица (Црна Гора), Римска Топлица (Сл.), Соко-Бања (С.), Стубичке Топлице (Х.), Топуска (Х.).
- III. Алкалне воде: 1) просте: Буковик (С.), Врњци (С.), Даросава (С.), Куршумлија (С.), Луково (С.), Сијарина (С.). 2) алкално-муријатичне: Генерал Јанковић (С.), Ломница (С.), Младеновац (С.), Прилике (С.), Печуј (Војводина). 3) алкално-сумпорне: Рогатска Слатина (Сл.), Кисељак Тешањ (Б.). 4) алкало-земне: Аранђеловац (С.), Паланка (С.).
- IV. Алкално-земно-муријатичне: Гата Бања (Б.), Горњи Шехер (Б.), Слатина Илице (Б.).
- V. Прости кисељаци: Бјелановац, Бражуј, Копривна у Босни; Крушевица, Орашје, Пепељевац, Сеземча у Србији.
- VI. Слане (муријатичне) воде: Атеница, Вишњица, Горобиље, Дражимировац, Жаочани, Конарево у Србији; Палић, Русанда, Сланкамен у Војводини; Тузла у Босни.
- VII. Горке воде: Мирошевац (С.), Хасани (Б.).
- VIII. Гвожђевите воде: 1) просте: Ковиљача, Тулари, Жарево у Србији; Богушић, Прача, Марина, Понор у Босни; Добрна (Сл.). 2) бакровита: Бак (С.).
- IX. Арсеничне: Сребрница, Мала и Велика Киселица у Босни.
- X. Сумпоровите воде: 1) хладне: Брђани, Вишњица, Коселиште, Смрдан, Стублине, Шопић, Џеврин, Туларе у Србији. — 2) топле: Катланово, Кочањска Б. Ковиљача, Нагоричка Бања, Ново-Пазарска Бања, Радаљ, Рибарска Бања, Соко Бања, Шарбановачка Бања, Брестовачка Бања, Врањска Бања, Штипска Бања, Обреновачка Бања, Биоштанска, Гамзиград, Матаруге у Србији; Вараждинске, Смердске Топлице у Хрватској; Илица код Сарајева.
- XI. Јодно-бромне воде: Липик (Х.), Навиоци (Б.), Нови Сад (Војводина), Мокошица и Сплит (Д.).
- XII. Радиоактивне воде: Нишка Бања, Студеница, Крчмари и Копаоник у Србији; Топуско (Х.).

Ерозија подземном водом.

Чим почне кроз камен понирати вода га почне дубити и растварати. То се очито види на кречњацима, доломитима и на гипсу, који су обично испуцани. У тим се стенама врло често близу до површине виде котлићи, бунарићи, „џепови“, бунари, различни по величини, а приближно сличне цилиндричне форме („геолошке ортуље“ ит.д.). Када се спуштају подубоко зову се издуси, окна, одаје; звекаре. На горњем крају, на површини почињу обично вртачом, коју дуби подземна вода, а на дну су често у вези са неком пећином, коју гради подземни водоток.

Пећине је подземна вода издубила у дебелим кречњачким масама дуж пукотина кроз које је протичала. То су кашто просте и омање одаје, а кашто велике, широке и високе засвођене просторије, повезане ходницима такође разних величина. (Сл. 22.). Отвор им је на површини некад велики, некад осулинама засут. По странама брегова има и капина (окапина, поткапина), а то су широм отворени делови, остаци периферних пећина. — По своду, поду и странама пећина ствара се кречна сига, у виду сталактита (капавци, висуљци, капчужи) и сталагмита. На дну пећина, које су кашто врло дубоке има пећинске глине заостале од исплакања кречњака; има сноса и трошине. У многима су нађени и остаци дилувијалних људи и животиња.



Слика 22. — Пећина са две неједнаке одаје, ходником повезане. Слојеви изнад пећине испуцани су, таванице се комадају и комади стена падају на дно пећине.

Кроз многе пећине протичу подземни потоци и речице, које се на места и ујезере, и које после подземнога тока избијају као јака врела

Подземни токови наглашени су на површини кашто низом вртача у којима при великим поводњима може да се појави вода. Има места на којима се познаје да је почетни део долине био такође подземан, па се разорио. На неким је у обурваноме делу заостао по неки самостворни свод, прераст (Мала и Велика Прераст код ман. Вратне у крајинском округу).

У нашим крајевима највећа је пећина Постојна (Аделсбершка) у Крањској, Дубока у Пожаревачком округу, Преконошка у Сврљигу. Велике су још пећине код села Злота, Раванице.

На више места примећено је да се пећине као и низови вртача размештају по правцима дислокација у слојевима. То је несумњиво тамо где су оне у непосредноме продужењу узаних долина и клисура; спајају их пукотине. Геолози који су изучавали карстне појаве верују, да су ове у опште у већој или мањој вези са линијама прелома и реседа. По томе би, дакле, рад подземне воде, који је олакшан и упућен тим тектонским линијама, био и главни чиниоц за развиће карста, важнији од ерозије на површини.

Поремећаји земљишта услед рада подземних вода.

Ако се пећине налазе близу до површине, а непрестано се проширују и увећавају, онда могу тавани да им се обурвају, при чему се осећају потреси земље, а на површини могу да се јаве провалије. Ну те су појаве у карсту ређе но што се мислило. То се десило и дешава се чешће у пределима где има громада гипса и соли, које вода ласно раствара. И такве су провалије, као и вртаче, често правилно поврстане дуж прслина дуж којих су воде понирале и око којих почиње стварање подземних шупљина. — Слојеви изнад исплаконе масе гипса и соли савијају се, саламају и померају по створеној празнини.

Ако ли је у земљи громада анхидрита који воду упија и надима се, то ће се слојеви у повлати под тим потиском издизати, на разни се начин исавијати и испрепуцати. Гипс који постаје хидратисањем анхидрита добија за једну трећину већу запремину; с тога површина земљишта набубри, клобуча се, дели у концентричне кришке, и проваљује. Снага овога напона тако је велика да се ломе кристали кварца који су расејани по маси анхидрита, док остају читави по језгру анхидрита, које још није воду упило.

Вода што понире кроз брдску осулину раскваси јој глиновиту подину, размећа и разнесе и тиме јој олакша да плази ка долини. Површина земље плазњаче и целога глазишта згужвава се и попуца и то у толико више у колико је земљиште више расквашено и брже низа страну тече („солифлуција“). Ових појава има по свим већим бреговима, па и у Србији и Црној Гори. Бивало је да се велике површине подлоканога земљишта крену на ниже заједно са њивама и грађевинама, од чега су наступале читаве катастрофе за становнике. Штете су велике и када такве бреголазине искваре друмове и жељезнице на које наиђу. Против тога се предузимају дренаже терена било дубоке до подземне воде која подрива земљиште,

било плитке ради одвођења кишнице да не би понирале у земљу. Суљање земљишта предупредују се подзиђивањем снежних падина и сухопоточина и пошумљавањем околине.

Од брега одвојени велики делови могу не да плазе већ да са великом брзином низ падину сјуре, то су прави урнисии. Ако ту има и прслина по стенама онда ће се од брега одваљивати и огромне чврсте стене, које се са осталом опадином брзо и са треском сурвавају у долину, где се нагомилава огромна сносица, (сносилина). Плазеви, бреголазине и урнисии дешавају се већином с пролећа, после отапања снегова по бреговима. Претече су им прскање земљишта и делимично скотрљавање камења. Животиње ово пре осете но људи, па зарана беже из опаснога места. Обурвање брега изврши се кашто заједно с вихором за минут-два. Ток од урвина бржи је у горњем и средњем делу своје но у доњем. Овде он може да се разлије на далеко дуж долине и да пређе и на супротну јој страну. Велике бреголазине припремале су се кашто по неколико година пре но што су се извршиле.

Бреголазине су кашто подељене на ступњеве растављене раселинама, као што тектонске раселине издвајају земљиште на ступњеве.

На бреговима се виде по негде изданци слојева посувраћени низ падине под притиском велике урвине која се преко њих спуштала, те ти поремећаји слојева личе на неке који су тектонскога порекла. — Има локалних случајева да слојеви, водом размекшани, па својом тежином или притиском покренути и набрани, изгледају као прави тектонски набори.

Хемиски рад подземне воде.

Главни фактор хемиских процеса у Земљи јесте подземна вода. Јачина хемиског дејства те воде зависи од њене количине, од количине кисеоника, угљендиоксида и органских једињења у њој, од дужине трајања њенога утицаја, од чврстине и хемискога састава стена. Количина угљендиоксида умножава се у периферним деловима земљишта усљед трулења органских одпадака у њима, које материје и саме собом повећавају хемиски утицај воде у земљи.

Главни хемиски процеси, који изазивају распадање и измењивање стена јесу: 1) растварање, 2) хидратисање, 3) хидролиза, 4) пнеуматолиза, 5) оксидисање, 6) редуковање, 7) карбонатисање силиката.

Сваки од ових процеса може се вршити сам за себе, али се обично од једном врше по два и више њих, као на пример: и растварање и хидратисање и карбонитисања.

Скоро све хемиске реакције у земљи потпомаже вода било чиста, било са растворима и гасовима, које садржава.

Растварање. Врло многа тела растварају се доста лако у чистој води, на пример хлориди и сулфати натријума, калијума и магнезијума; па се лако распадају минерали и стене у којима се те соли налазе. Прилично се растварају гипс, калцит и доломит; с тога се кречњачки предели релативно брзо и растварају.

Ништавно је пак растварање силиката у чистој води на површини земље; али њихова растворљивост расте у дубинама где је вода и топлија и под већим притиском. С тога топли извори који потичу из великих дубина садрже врло много растворених разних састојака, па и силиције. У горњим, периферним слојевима растварају се силикати, када вода има доста кисеоника и угљен-диоксида; међутим, у новије доба то се дејство приписује више хидролизи. — Круњење и разлагање силикатних стена простире се кашто по неколико десетина метара у дубину.

Под утицајем воде са угљендиоксидом пешчари са кречним цементом, који се раствара, распадају се у песок.

Када кишна вода продре у кречњак у коме има песка и глине, она постепено раствара и односи калцит (декалцитисање), а на месту остаје песковита глина, која у толико више постаје црвена у колико се више оксидишу гвожђевите примесе у кречњаку.

Хидратисање. — Примери хидратисања у стенама јесу: претварање анхидрита у гипс, хематита у лимонит. У хидратисање се може рачунати и претварање фелдспата и фелдспатоида у зеолите. Ту се убраја и претварање биотита у хлорит и анхидре алуминије у боксит и дијаспор, мада је овде хемиски процес сложенији но сама хидратација.

Хидратација анхидрита изазива не само метаморфозу агрегата, већ и кршење кристала у њему, реметење слојева, надимање целога тла изнад тих маса.

Хидролиза је када се под утицајем воде неко сложено хемиско једињење распада на два и више простијих једињења. Обично је и лако разлагање соли са слабом киселином а јаком базом, када се таква со у води раствори. То бива, на пример, са содом, која је сложена од јакога натрона и релативно слабе угљене киселине. — У таква се једињења рачунају и алкални фелдспати. Хидролизом из ортокласа (у гранитима и гнајсима) издваја се пачаста силиција и каолинит или његов аморфни еквивалент-халојзит. Из других фелдспата постаје глина (хидрагилит). — Слично разлагање дешава се и са магнезиским силикатима; на пример, из оливина (у перидотитима) може да постане, серпентин (хидратисани силикат магнезије) и охра. Хидролиза у опште јесте разлагање, распадање, некога тела уз хемиско усвајање једног дела воде.

Хидролиза алумо-силиката врши се не само на примордијалним састојцима у стенама, већ и на њиховим секундарним лежиштима по алувионима, трошним земљама и у рудинама. У самој рудини врши се хидролиза још не распаднутих силиката уз суделовање микроорганизама и биљних жилица.

У новије доба хидролизи се приписује и почетно наједање силиката и њихово даље разлагање, и растварање, што се до скоро приписивало само утицају киселина. Сада се утицају киселина даје мања улога. Мада стоји факат да разних раствора највише има у киселим водама и да највише баш таквих вода има у земљи, ипак се сматра да главни узрок распадања стена нису кисели састојци у води, већ њена хидролизирајућа моћ.

Пнеуматолиза је разлагање минерала и стена под утицајем врелих гасова. Она се врши у близини вулкана и врелих извора. Њена је главна снага у воденој пари, бору и флуору, а најзамашније резултате има у гранитима у којима је створила велике масе каолинита (Карлсбад), који и иначе може да постане.

Врели извори са гасовима износе из дубина растворене многе материје, које се без њих врло тешко растварају.

Постанак врло родне земље из лава приписује се такође процесу пнеуматолиза.

Оксидисање изазива присуство кисеоника у води. Оно обично иде упоредно са хидратисањем. Највише пада у очи оксидација минерала у којима има гвожђа, јер им се при распадању мења и боја; црне, зелене и сиве стене постају на површини жуте, вугасте, мургасте или црвене (рубефакција). Оксидацијом се оксидићи претварају у оксиде, магнетит у хематит, сидерит у лимонит итд.

Услед оксидисања и хидратисања изданци рудних жица обложени су распадином („гвоздени шешир“, застор, покривач), која се спушта до дубине докле траје киселина у води понорници.

Под утицајем сунчаних зракова у рудини се врши дисоцијација хидроксида гвожђа (лимонита и стилпно-сидерита) те постаје нови, у неколико дехидратисани оксид гвожђа (тургит), који је црвене боје, док је први био више жут.

Услед оксидације минералима се повећава запремина, а са њоме и притисак на околину, те стене прскају и круне се. Супероксидисане материје, нарочито гвожђевите, не кристалишу ласно у обичним приликама већ остају у аморфноме и зрнастоме стању па тако олакшавају стварање ситнозрне земље орнице.

И распадање органских материја на земљи јесте у главном процес оксидације, чији су главни фактори бактерије, а крајњи резултат: вода и угљендиоксид.

Ако се овај процес врши ван присуства ваздуха, онда постају разна угљенична једињења; о којима ће се доцније говорити.

Производи оваквога хемијскога разлагања често су у колоидноме стању (опал, алуминија, колоидни хидроксид гвожђа), а после прелазе у кристално (калцедон, лимонит).

Редукција се дешава где нема кисеоника и превлађују анаеробне бактерије. Она није знатна у геолошком погледу, то јест у промењивању стена, ни у погледу стварања рудине. Нешто је знатнија у морским дубинама где се распадају органске материје. Услед ње се оксидисани, хидратисани, или сулфатисани гвожђевити минерали враћају у своје оксидиће и сулфиде. Глине са овако редукованим примесима јесу плаве или сиве.

Процес редукције знатан је при стварању неких рудних жица.

Карбонатисање би се могло назвати свако промењивање минерала и стена под утицајем у води растворене угљене киселине, за коју се до скоро као несумњиво држало да је она најважнији агент хемискога распадања минерала. То би мишљење потврђивао факат, који је напред поменуто, да су њене акције највеће тамо где је има највише и под највећим притиском, то јест у дубинама. — Највидније је дејство киселе воде на калцијум карбонат; тада се ствара калцијум бикарбонат, који је у води лако растворан, али који се, чим се смањи притисак, разлаже на угљен диоксид, и обични карбонат. Овај је тешко растворан па се око кречних извора таложи доста у виду кречне сиге.

Феромагнезиским силикатима карбоноксидна вода узимље базе те сњима гради карбонате; са алкалним базама гради алкалне карбонате који су врло растворни, те се као такви дуго одржавају у подземним водама, рекама, језерима. Као што се види ово стварање карбоната из силиката, и ако се увршћује у неки засебни процес „карбонатисања“, јесте само један од резултата горе наведених процеса простога растварања или хидролиза.

Примери распадања силициских састојака у стенама. —

Напред изложени процеси и узроци промена ретко раде усамњени, већ у већини распадања стена они суделују по два и више њих у исто доба.

Кварц је понајотпорнији састојак стена. На обичној температури и притиску не могу да га растворе обични хемиски агенти, мањ само у неколико флуороводонична и хумусна киселина. Обичне су промене на њему више механичке: у облику и величини; зрна му се смањују и заобљују услед узајамнога трења, нагомилавају се и збијају по слојевима муља и пескова; из некога старијега агрегата та зрна прелазе у нову, стратификовану стену врло мало или нимало непромењена. — Кварц је више растворан када на њега дејствује вода са раствореним алкалним

карбонатима и то на вишој температури и под већим притиском. Стога вулканске воде доносе из дубине често знатну количину растворене силиције, која се таложи око извора као кварцна сига. — Аморфна и кристокристаласта силиција више је растворна но кварц. Пачаста је силиција споредни производ распадања неких силиката.

Фелдспати имају разни хемиски састав, па су им различни и производи распадања. Најважнији међ тим производима јесте чиста глина или каолин. Каолин је резултат или прсте хидролизе ортокласа и албита у води или уз тај процес раде и бактерије и угљена киселина, која се једини са алкалним базама и односи их. Чврсти делићи каолина или су кристалисани (каолинит) или аморфни (халојзит). Кристализација каолина врши се, канда, и при пнеуматолитском дејству јако загрејане воде и водене паре на фелдспате; тако постају најбрже и највеће количине каолина, док се други процеси каолинисања врше врло споро. — Други производи распадања ортокласа и микроклина, — када се њихова калија сва не раствори — јесу бели лискун и силиција, која на високој температури може да кристалише као кварц. Овај агрегат мусковита и кварца зове се грајзен.

Из натронскога фелдспата (албита) постаје натронски лискун (парасонит).

Оваквим распадањем алкалних фелдспата постале су оне безбројне љуспице лискуна што се врло често виде по глинама и по другим модерним седиментима.

Плагнокласи, сложени из молекула албита и анортита, средиште су сложених хемиских процеса па дају и разноврсне распадине. Албитски (натронски) делови дају каолинит или мусковит, а анортитски (кречни) дају разне секундарне минерале: калцит, хлорит, епидот.

У особеним неким приликама, на пример у тропској клими и присуству многих бактерија, фелдспати се не претварају у овде поменуто силикате, већ у хидроксиде алуминије од којих су најважнији боксит и хидраргилит, који се приближују латеритима.

Из раствора кречног плагнокласа често кристалише албит (албитисање), а његова калија даје градиво за друга тела, за калцитне стене и кречне воде.

Лискуни су двојаке врсте па се двојак и понашају. Алкални, безбојни лискуни (мусковити), који могу постати не само из фелдспата већ и из нефелина и других неких минерала, врло се тешко растварају, те се промећу скоро непромењени из старијих агрегата у новије, мањ што се уситњују; стога мусковита има у седиментним стенама из свију геолошких периода. А бојени, феромагнезиски лискуни (биотити), ласно се претварају у хлорит, епидот и друге хидросиликате. Стога су биотити изванредно ретки у седиментима. А знатан део калијеве соли у родној орници долази баш из распадине биотита. — Обе групе лискуна могу про-
вести и каолинит.

Амфиболи и пироксени, мада представљају две велике групе минерала, свака са више разних врста, имају ипак сличан тип хемијскога састава. Стога су њихови секундарни производи доста слични; а то су: епидот, хлорит, серпентин, магнетит, хематит, лимонит и карбонати. Аугит се ласно претвара у секундарни амфибол (уралитисање), талк, хлорит, серпентин, епидот. У рудини и у седиментима има доста гвожђа и магнезије, који воде порекло из амфибола и пироксена. Из обе групе минерала могу да постану и глине, како кристаличне тако и аморфне.

Оливин је феромагнезиски силикат па распадањем магнезијум силиката даје серпентин, а гвожђани се делићи оксидишу и хидратишу те дају оксиде и хидроксиде гвожђа. Кварц и опал такође су знатни остаци серпентинизације оливина. Овај се процес врши поглавито под утицајем киселе воде. — Ако у оливину има молекула калције онда метаморфозе дају неки карбонат: калцит, магнезит и доломит.

Оливин, пак, може и сам да буде резултат термалних метаморфоза у кречњацима и доломитима.

ТЕКУЋЕ ВОДЕ.

Кишница и сочница.

Геолошка улога кише и воде која постаје стапањем снега — сочнице, — већа је но што изгледа, када се овлаш упореди са снагом већих водотока, брзих потока и река. Та вода доприноси понајвише да се површина земљишта троши, а створену трошину она највише исплаче и разноси.

И најтиша киша размекшава површину тла, уситњује је, па већ и самом тежином својом може да односи омекшане и уситњене делиће. Крупне кишне капље раде то у већој мери. Када ударају у песковите и глиновите спрудове дубе у њима рупице и друге угиске, који кад се заспу чувају им траг; стога међ слојевима пешчара и у врло старим теренима има и таквих у којима су скамењени трази кише.

На иоле мекоме земљишту оцедина рије бразде, јаружице, вододерине, јаруге, точила. — Када у некоме растреситоме или иначе мекоме слоју близу до површине има чврстих плоча и рипа, онда кишни вододоци одадиру и односе мекше делове, а под чврстим комадима остављају недирнуте стубове и пирамиде; у Тиролу и Колораду их зову: „земљине пирамиде“, „калуђерице“, „девојке“. — Слични се облици, под утицајем атмосферилија, могу издвојити и у чврстим стенама, у гранитима, порфирима, („Момин Камен“ у Моминој Клисурсниже Врање). Камените стране брегова оцедина такође гризе и жљеби. И на најчвршћим гранитима површине су изобразане и изолучене, а на мекшим стенама то се још лакше изводи.

Шкрапе. Овакве ривотине извршиле су се и врше се понајвише у кречњачким пределима, на карстним висинама, близу до границе сталнога снега. Ту има великих поља од шкрапа, то јест од оштрих гребенчића (чебеља) растављених тесним удубинама, које је вода у стени изгризла и издубила када се на њој задржавала или по њој цурила. Ту је уз механички рад воде, која точури, могло бити и растварање чистога кречњака, јер у тој води атмосферској има угљене киселине која јој повећава моћ растварања.

Шкрапе су врло неједнаке дужине, ширине, дубине, а протежу се највише правцем брдске падине. На положитим и врло стрмим површинама су узане и мале, а на обичним падинама су веће од тога.

У нашој држави шкрапа има у Источној Србији, Црној Гори, Херцеговини, Далмацији, на Велебиту и т. д. Шкрапљишта на Велебиту показују врло много разних грижина (то јест удубина) и бридина (то јест узвишица међ њима), разних по величини и обиму, те су добиле и разна имена за грижине: музге, жљеби, бразде, јаме, шкрапови, рупице, рупе, чанци, лонци, котлови, каменице, јапаге, а за бридине: зубићи, греде, ртови, сеченице, ножеви, оне се могу сматрати за образац развића шкрапа у опште. Сем кречњака шкрапе се изузетно у мањем размеру могу развити и на доломиту, пешчару, и т. д. И ако им је највеће поље развића по брдскоме карсту, оне се стварају и по нижим положајима. Има их и на каменитим морским обалама, али овде сем кише на њихово развиће утиче и механична снага таласа која их запљускује, а и хемиски вода која се по плочама крај обала дуже задржава. И њихово развиће изазива и олакшава присуство прслиница у стенама. Лепих примера изолучених кречњака има и на обалама Јадрана. — И на језерским обалама виђају се стене на сличан начин изглодане, ужљебљене, изобразане.

Вртаче. — Кишница и сочница играју пресудну улогу и у стварању вртача. Ове постају око пукотињица, ка којима оцедина цури и стаче се, па им раствара и разједа отвор и проширује га у виду левкастог убла. Многима је први узрок обурвавање подземних шупљина, чије се последице продуже до површине тла у виду пролома и провала.

Та левкаста удубљења образују се, дакле, како механичким тако и — вероватно још више — хемиским утицајем атмосферске воде на оголићене површине кречњачких слојева. Како су вртаче у вези са пукотинама које се од њих дубље у земљу пружају, то кроз њих кишница брзо понире (поникве, понори, безданице, звекаре бездани, јапаге, катавотре у Грчкој) мањ ако нису обложене дебе-

лим слојем снете трошине или заоставштином од нерастворених и неисплаћаних примеса у кречњаку. По некада су оне покривене већим слојем земље, у којој се стварају нове, тако зване „алувијалне вртаче“ („вртаче у вртачи“ по Ј. Цвијићу). Вртаче су се стварале код нас по кречњацима тријасних, кретацејских и терцијерних терена. Да су се стварале и у ранијим геолошким периодама доказују млађи геолошки слојеви који су се по негде у њима сталожили. У нашим крајевима највише их има у областима краса. По тим кршним и неплодним областима зиратне, родне земље има кашто само по дну вртача.

Са вртачама су сродне карстне „долине“, и поља“, како се у нашим западним крајевима називају неки карактеристични облици у красу.

Карстне долине су вртаче повелике, обично дугуласте (и до 120 м.) и са дном прилично заравњеним и црвеницом обложеним. Постају поступним проширењем вртача, а тврди се да су постајале и на прасним проваљивањем земље у дубину, можда услед сурвавања подземних пећина.

Карсна поља су још веће, врло велике котлине (Ливно у Ерцеговини има 380 кв. км. површине). Постају поступним проширењем долина, а можда и увалом тла измеђ прслина у слојевима, са којима се доводе у зависност и друге појаве краса.

Преносна моћ кишнице такође је врло велика. Прве кишне капље што на земљу падну почну са ње односити ситно мрвље и прашину; с тога је кишница обично врло мутна особито у почетку. Када падне много кише на брег на коме има доста ситне распадине она од ове направи густо блато, које плази по падини; а када је јак плусак, онда се то блато брзо по падини сточи у долину. Ако је терен непробојан, то јест не упија кишницу, онда ће од ње нешто испарити, а све остало сточиће се низа страну понев собом не само ситну земљу већ и песак и пржину, што би без бујног тока воде остало дуже на месту распадања. Ако ли је терен скважљив упијаће доста кишне оцевине. Количина те воде што пролази у земљу (процедина) зависи од величине скважљивости и од нагиба површине тла, од брзине и правилности с којом киша пада. На проливањем земљишту оцевина је слабија и мање трошине с њега спира.

Распадина ће се у толико мање спирати у колико је предео више обрастао гором која чува површину од превеликога ривења и спљаскања. У пределима велике и неуредне горосече добра се земља ласно у долине сноси, па остане тло кршно и неплодно, које се све даље и све дубље распада. У таквим пределима провала облака не само да опустоши обрађену земљу по странама већ и њиве у подножју.

Кишница, дакле, као и остале текуће воде, преноси земљу са места постанка на друга, секундарна лежишта. Ако на некоме месту распадине постаје више но што се односи, онда ту земља — рудина — постаје све дебља. Земља дебља и по полојитим местима, долинама, где се више доноси но што се односи. Рудина је у опште најтања по висинама, средња је по брежуљцима, а најдебља по равницама. И овим се потврђује, да је тежња овог геолошкога процеса да снизи рељеф Земље и да је нивелише.

Ово снашање рудине од велике је важности за земљорад. По виноградима и њивама које су на окосинама доњи им делови дебљају а горњи се стањују. У нашим крајевима, у Истри и Далмацији, у којима нема много зиратне земље, земљорадници с муком, износе снету земљу натраг у горње делове винограда. Ако се враћа годишње само по један метар ширине и ако је парцела земљишта 20 м. дугачка онда ће раденик за 20 година цело земљиште на леђима својим пренети.

Због тога што је земља на стрменим њивама лако сносна, то их ваља орати попречке плугом обрточем да се свака бразда уз брдо слаже и тако оцевини боље одупире. Оре ли се низа страну олакшаће се снашање земље и њива изрити јаружицама и јаругама. Велике стрмени не треба никако ни орати већ улединити и пошумити. Њиве у дољама ваља орати попречке на правац водоплава. — Кукуруз и виноград ваља окопавати управно на правац водотока.

Највећи део растреситога материјала што га собом понесу кишнице и сочнице предају потоцима и рекама, које ће га даље са својом дробином носити. Није од великога значаја, али потпуности ради ваља поменути, да се нешто раскомаданих стена сносе с брда међ жилама оног дрвећа које ала из корена ишчупа, па их бујица прихвати и до утока река однесе.

Потоци су стални или привремени. Стални су они којима тече вода из извора, а наравно и кишна оцевина; а привремени су они којима протиче само кишница и сочница када их има. Ови су многобројни по планинским пределима, особито по оним који су лишена шума и рудине, па су изривени јаружицама и јаругама, кроз које се кишница бујно стаче (бујице, вилковити потоци, врљаци, а места се зову: сухопоточине, вододерине, ровине, ривоточине, „сушице“, „дивљи потоци“).

Вода у њима има велику брзину, јер јој је пад велики, а често је и у великој маси; стога је њихова механичка снага врло велика, те врло много разоравају земљу и стене, а рушевину лако носе све до свога ушћа. Где јак вијор („ала“) из корена ишчупа дрвеће, бујице га прихвате и снесу у реке, на којима се често збије у гомиле те као

сплав (плута) отплови до у језеро или у море донесав кашто међ кореновима комаде стене на којој су расли. Бујице су кадре да пренесу не само крупне комаде камена, већ кашто и стећке од неколико кубних метара запремине. Отуда је велика пустош у њиховоме домаћају, и потреба да се бранама подграђују и да се подизањем шума и рудине по врлетима спречи нагло протицање кишнице.

И стални потоци рију своје корито, подривају и одадиру своје обале и до ушћа носе шљунак, песак и осталу трошину трошећи их успут све више и више.

Почетни крај свију потока обично је левкаста, полукружна удолина, челенка, извориште које сабира воду; оно се продужује каналом, теснацом, а завршује при утоку купастим наносом, сувом делтом (сипор, „чуњ“). У овим сносцима карактеристичан је ред наслањања дробине: крупан облук остаје при дну и при излазу, песак иде даље, а муљ најдаље. А како се то понавља при свакоме поводњу, то је оваква сносина сложена обично из више пута и дименичних слојева салутака, песка итд. Насип би се овај једнако нагомилавао да га већи водоток, у који се потоци стачу, не прихвата и даље његов принос не односи.

Виловити потоци имају обично једнолики блук измеђ почетка и краја; а стални потоци измеђ челенке и ушћа могу имати местимце проширену долину у којој се сталожавна један део понете брдске рушевине. Таквих проширица има повише дуж дугачких главних потока једнога атара, који се у нашим селима називљу рекама; на тим алувијонима сеоских река, када се изнад корита довољно уздижу, обично су купушишта и конопљишта. По овоме би се на већим и дужим потоцима, као и на рекама, могла разликовати три дела: горњи, средњи и доњи ток; у горњем се врши поглавито разривање стена, у доњем насипање трошине, а у средњем има и једног и другог.

Р е к е.

Горњи, средњи и доњи ток.

Реке су збир потока; и по раду се могу сматрати као неки највећи потоци. Корито им је у горњем току највећа нагнуто, а у доњем току најмање. Облик корита је у горњем току као усек са две само стране; у средњем као обично корито са странама и са падом, а у доњем веома проширено и опличано. У горњем току нема речнога наноса, у средњем га нешто има, а у доњем га току има највише. У горњем току река тече великом брзином кроз кланце, дрвене, ждрела и сутеске; на више места она скаче преко одсека: водопад, слап, скок, и јури преко брзака. Водопад постаје онде

где испод неког банка чврсте стене лежи неки мање отпоран слој; или тамо где је расед слојева или где се услед неке повољне прилике за издвајање бигра из воде направи од њега толики склад, да преко њега као преко прага вода мора да прескаче. — На дну скока вода се креће у ковитлац, па се ту издубљују котлови, каце („џиновски лонци“), као што и под поточним рипаљкама вода заковитла валутак па њиме дуби бучнице и вирове.

За доњи ток реке, у коме она нема више довољно снаге да оваку препреку савлада, већ их обилази, скреће, карактеристични су завоји: окуке, кључеви (меандре, серпентине). Ту има речних рукаваца, старача и мртваја, којима је некада пролазио главни водоток; — има ада, острва (отока), која леже међ ракљама главног тока.

У доњем току честа су раздвајања река на више рукаваца, и засипање корита и његово издизање кашто, толико да постане више но околна равница. Поред обала се издижу и насипи, виши но што су места даље од реке у долини. У доњем току река насипа полојита места крај ње. Ту је јасна разлика измеђ корита реке када је мала вода и када је поводањ. И у овој се области река помера, па дакле и њена матица; ипак се у долини познаје њена главна доља, матичиште (Talweg).

Померање река. — Цела река може да скрене са свога правца услед ова два главна узрока: када у доњу област њене најмање преносне снаге донесе и остави толико водоплавине да сама себе новим спрудом загуши или када је притоке, ледници или ветрови заспу својим приносом.

Дуго се веровало у „Беров закон“, по коме би услед обртања Земље са Запада на Исток и веће брзине обртања тачака на Екватору, све реке меридијанскога правца које у северној хемисфери теку ка Северу подривале поглавито своју десну, источну обалу, јер на њу све јаче притискују и померале би се ка Истоку; а које теку ка Југу подривају више своју западну обалу, дакле опет десну. У јужној хемисфери подривајући више своју леву, западну обалу померале би се ка Западу. Али је доцније доказано, да је повећање бочнога потиска у једном или другом правцу сувише незнатно да би могло изазвати осетна и стална померања.

Речна плавина. — Имајући велику механичну снагу реке су главни фактори ерозије континентата, а и седиментације. — Оне носе собом шљунак и песак којим одадиру обале и корито. Величина облутака зависи од брзине и смањује се стално услед отирања и сударања, које се кашто може чути као жубор воде у потоцима. — Сталним смањивањем облутака увећава се количина песка и муља, који река

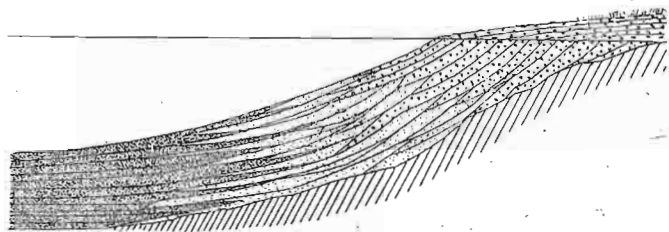
по дну котрља, те муљем своје корито засипа. Фини песак и муљ лебде и у маси воде, која их носи својом брзином, као и у њој растворене материје.

Ових материја у речној води има мање но у изворској, јер је маса речне воде од оцевине, која није имала прилике да много раствара као што то чини подземна вода. Доказ је томе и чињеница да за време зиме и сушних година када је мало кишнице реке имају у себи више растворених материја, међ којима је највише калцијум карбоната, па онда гипса, соли и силиције. Ако нема прилике да успут оставе неки део тих раствора онда их реке односе у море. Рачуна се приближно да море добија из свију река годишње по 4,1 билиона килограма тих раствора.

Рачуна се да воде текућице разорно утичу на 20% површине копна, а да насипљу неких 5 процената.

Аде и спрудови граде се у свима рекама при крају поводња, када се смањи њихова носачка моћ, па шљунак и песак морају да застану. Граде се обично у средњем и доњем току река. Форме су им дугуласте, са крајевима зашиљеним; горњи је крај положит, а доњи стрм. Постају нагомиланањем слојева неједнаких, неправилно сложених, често у косоме положају. Река их одадире на доњем крају па ову дробеж оставља у врх следеће низводне аде; тако аде и спрудови расту узводно.

Делте. Што се из река не сталожиле по њиним спрудовима, адама, кључевима, то иде до ушћа река у језера и мора и тамо се таложиле и по делтама, ако какве јаке струје не би тај материјал



Слика 23 — Пресек наноса једне делте у језеру. Косе цртице означају дно језера; крупне тачке у горњем делу слојева означају шљунак, ситне у средини слојева јесу песак, а загасито на дну означаје муљ.

ријал прихватиле и далеко га у море однеле. — Најсталније то бива на ушћима река у језера, јер ту нема таласа ни других струја да ометају мирну седиментацију. И овде се прво на дно спусти шљунак, па песак, а муљ иде далеко по кориту језера; слојеви првога судоста стрми, другога блажији, а од трећега могу бити сасвим хоризонтални (сл. 23). У њима има често доста и другога

наноса на пример остатака биљака, шкољака, кичмењака. У једној старој делти језера Лунгерна у Швајцарској нађен је и један мали слој угљенисаног дрвећа и лишћа; а из биљнога плавога муља у делти Мисисипе избијају гасови („блатни гасни вулкани“). Делте у језерима непрестано расту у дужину, у ширину и у дебљину. — Морске пак делте врло су неједнаке и по величини и по облику и по сталности; има их које напредују стално и других које су у застоју. За пример делте које брзо расту и проширију земљу на рачун мора ваља истаћи делту реке По (Паде) која се годишње просечно по 70 м. све даље у море пружа. Познато је да је варош Адрија (Хадрис), по којој је Јадранско Море своје име добило, било негда на морској обали, а сада је 35 километара далеко од обале. И Равена је негда била на морској обали од које је сада удаљена 6,5 км. Створен је цео један појас нове земље које се простире јужно од ове вароши до изнад Венеције; који код ушћа Паде расте просечно по 70 м. на годину; на једним местима проширио се у море 136 м. на годину. — На ушћу реке Арно била је негда варош Пиза, која је сада 12 км. даље од њега. — Делта Терека пружа се у Касписко Море 500 м. годишње.

По величини материјала Хајм је разликовао четири категорије река и делта: само од грубога, од грубог и ситнијега, од финога муља; а у четврту групу долазе естуари у којима се због јаких покрета плиме и осеке не могу да граде праве делте, већ се речни принос таложиле даље изван ушћа реке.

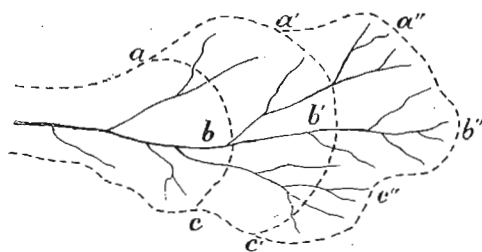
На ушћима река речни глиновити, колоидни муљ таложиле се брзо када дође у додир са сланом водом; а у језерима се он распростире на далеко јер га слатка вода не сталожавала тако брзо. У извесним приликама речни нанос у језерима био је толико велики да су ова њима потпуно засута.

Седименти делта налазе се у старим геолошким теренима. Њима се приписују слојеви шљунка и песка у швајцарској моласи, извесни делови тријасних, пермских и карбонских конгломерата и пешчара у Немачкој. Амерички геолози формације делта и естуара виде у кретајеским пешчарима групе Потомака, и у неким девонским пешчарима око Њујорка.

Ерозија долина

Долине су најважнији резултат ерозионога рада текућих вода. Ерозивна снага неке текућице зависи од њене множине и брзине, од нагиба њеног корита и од отпорности тла, и од тога да ли ово кишницу упија или је непробојно; а зависи и од облика падина, јер ако су ове голе, јаругама прожљепљене и улубљене, онда ће се ту долине зачети пре но на другчијим странама. У томе горњем делу највећа је снага ерозије. Ту се челенка реке помера навише јер ова подрива свој оквир, шири га, разграђава у њему своје притоцице и удубљује свој главни одводни олук из ње. (сл. 24 и 25). У даљем току мења се стицај прилика па према њему и резултати ерозија. Ако је терен од слојева непоре-

мењених из свога положаја онда ће његова отпорност за дуго остати непромењена, па дакле и долина ће остајати једнообразна. Ако су слојеви поремењени, онда ће се ерозивно дејство мењати према томе да

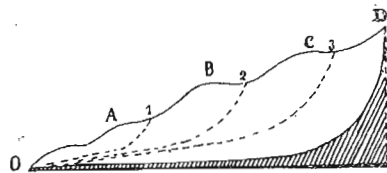


Слика 24. — Поступно померање на више, подубљивање и разграђивање челенке једне долине. У почетку је горња ивица била на линији abc ; даљом ерозијом помакла се у назад до $a'b'c'$; а у садашњем стању је горња граница речног слива у $a''b''c''$. Челенка већине река има овако крушкаст облик.

имају на њему базу, која је основна и општа за цело копно. Ниво језера је ерозиона база за реке које у њега утичу.

Крајња тежња речне ерозије јесте да своју водопађу сведе на ниво своје базе.

Врсте долина. — Долине се разликују геолошки према томе да ли су израђене у непоремењеним слојевима самом ерозијом, или су овој сили помагале или одмагале неке особине у склопу терена. У овом другом случају оне се управљају, а и именују по тектонским елементима, чије познавање иде у одељак о Постанку Планина, па ће тамо о њима још бити говора. — Међу тектонским елементима пресудни и врло обимни значај давао се преломима, што је доцније оспорено, мада има долина, које су се за своје развиће несумњиво користиле тим линијама. Долине Рајне и Роне знатним деловима развијене су по правцима прелома. Многе попречне долине у Јури, неке у Харцу ит.д. указују да им постанак зависи од прелома и раседа. — Већина садашњих долина има велику историју; већина је резултат суделовања



Слика 25. — Шема вертикалног пресека једне долине која постаје поступном ерозијом у пределу $OABCD$. У почетку је изривен део A до 1, затим B до 2. C до 3 и најзад све до D. У свакој фази падина горњег тока слива постаје све стрмија, док се у висини границе вечнога снега не заврши врло стрмим облуком са окомитом и преломљеном падином. Долина пак проширује се и насипље алувијонима и добије најзад профил равнотеже са својом ерозионом базом код E, када престаје процес ерозије и стварање долине.

обе врсте утицаја: ерозивних и тектонских. Ако би се први могли самостално и јавити, ови други никада нису без суделовања првих.

Ну, било да су чисто ерозивне, било да су уз то и тектонскога порекла, на моделисање долина утиче и начин распадања тла у даној водопађи. Спирање трошевина са страна брегова помаже ерозију; њему је тежња да смањи стране изнад речног нивоа. — Спирање зависи од неколико погодаба од којих су неке раније поменуте. Спирањем страна и померањем изворишта реке на више смањује се водомеђа и дође се до тога, да једна река захвати атар челенке одонуд те међе. Тако се и развођа не само снижавају већ и померају. Има случајева да су овакве заватине ишле тако далеко, да се скоро цела наспрамна река са њеним сливом присајединила реци јаче ерозионе снаге (отмица река, пиратерија). И на тај су начин могле постати неке попречне долине.

Пробојнице и попречне долине зову се оне долине које су просечене кроз повећа брда уздигнута измеђ два сразмерно нижа предела. (Дунавска Клисуре измеђ Србије и Румуније, Клисуре Искре кроз Балкан, Елба у Саксонској).

Постанак оваквих долина тумачен је на разне начине. Прва је претпоставка, да је један низ пукотина, раселина, саломе и увала олакшао протицање реке из једнога басена у други. По другој би ту некада било развође две наспрамне реке, које су утицале у одговарајуће басене, па се оно ерозијом толико спуштало да је виша река могла потећи сва правцем пада ниже реке. Претпоставља се такође да је једноставна јака река била ту пре планинске препреке (антецедентна долина), да се планина преко ње издизала, да ју је река изатирала колико се она издизала, те је тако своје корито на месту одржавала и одржала. Могуће је, да је брдска пречега до некле задржала реку, направила успор, „пруд“, језеро, па када се много воде, ујезерило и снага јој порасла она је почела стругати брану и простругала је. Овакве проструге дешавале су се одиста у историјској периоди. Најскорашњији пример брзе ерозије неке препреке водотоку десио се 1900, на реци Шлоки, чије се ушће у залив Риге ледом загушило па је она морала тражити други пролаз. И нашла га је пролокав за дан и по у оближњем кречњаку главни канал од 98 м. са 8 м. ширине и 4 м. дубине и два споредна од 30 и 14 м. дужине. Кад је лава Етне у год. 1603. препречила долину речице Симето, онда се ту вода ујезерила па након дуже времена кроз ту вулканску брану просекла себи канал од 30 м. дубине и 14 м. ширине. У Калифорнији има лавичних излива, који су просечени 500 м. дубоко. Ти примери сведоче колико је јака и брза ерозивна моћ и омањих река.

Неке попречне долине јесу епигене. То значи да не одговарају садашњим орографским и хидрографским приликама, већ су постале

у ранијим периодама на много узвишенијем рељефу, који се смањило и променио, а реке се на своме месту одржале удубљујући се у све нижи терен до свога садашњег стања.

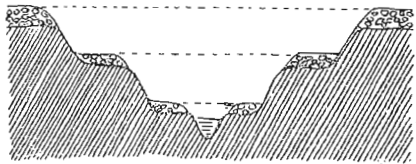
Утицај климе. Процес речне ерозије управља се и по клими, то јест по количини атмосферске воде. Кише пада више по јужним странама Алпа но по северним, те се овде долине више удубљују. У сушним пределима кише је мало; ерозија је слаба; врши се само по дну доља, ове се подубљују, а стране им остају стрмије но у влажним областима. Такве тесне дубодолине, у којима поред речног корита и нема другог тла, зову се струге, сутеске, кањони. У неким од њих река је сасвим пресушила или повремено пресушује (сушице, суве долине).

У влажној клими двојако је распадање и спирање падина, па се стране долине снижују и размичу, особито ако су од мекших стена и ако водоток није јак да подубљују и своје корито.

У ладним регионима само летњих месеца има довољно воде да могу и ерозивно дејствовати. Најмање је ерозије у поларним пределима и у висинама вечног снега.

Речне терасе. То су заравњени прагови и полице по странама долине, и изнад њене данас најниже доље. Оне су приљубљене уза стране, а стрмо одсечене спрам реке. Има их скоро по свима долинама, како међ планинама тако и по равницама. То су остаци некадашњих насипа којима је река своју дољу пунила пре но што се до садашње дубине спустила.

Пошто је свој најстарији алувијон сталожила, река је ушла у нову ерозивну фазу, за време које је своје ново корито у том алувијону



Слика 26. — Пресек једне долине са три терасе. Садашња река у дну даље гради најнижу терасу до висине до које се пење кад је поводањ. Пре најниже створена је средња тераса, а најпре је створена горња, највиша тераса.

изрила остављајући од њега лево и десно терасе. То се могло поновити више пута; а понављало се кад год је наступило колебање тла и климе, то јест када се десила велика промена климе, или када се спустила ерозиона база реке или се уздигао терен речног слива, а тиме увећао нагиб т. ј. појачана ерозиона моћ. (сл. 26).

Када има више тераса онда се оне, идући уз воду, појављују као степени. а идући попреко долине изгледају као полице. Размак им је различан. Прокинуте су на ушћима притока. Врло често разорене су утицајем кишнице, бујица, потока, усова, урниса; али се и у малим

остацима познају по своме саставу од шљунка и песка и по заравњеној горњој површини.

Шљунчане терасе представљају фазе застоја у подубљивању долине, фазу њихова проширења и фазу таложења по њима материјала произведеног речном ерозијом у њеној првој фази. Сваки одсек терасе одговара новој фази ерозије.

А има тераса без тога шљунчаног наноса; то су изрендисани ступњеви у стенама по странама долине. И њих може бити на разним висинама. Највише су најстарије, а најниже су најмлађе. Прве су положитије, а позније све више нагињу ка дољи данашњој.

У Европи и Северној Африци долине великих река имају, изнад садашњих својих алувијона, по четири терасе од наноса дилувијалног доба. Прве, најстарије леже на 95—100 м. висине изнад данашњих доља, друге на 55—60 м., треће на 30—35 м. а најниже на 18—20 м. Значајно је да се ове речне терасе подударају са четири ката маринских слојева депонованих један испод другог скоро на истим висинама, а за време кватернерне периоде, по обалама Средземног Мора и Атланског Океана. Бројно се оне подударају и са четири главне фазе Леденог Доба; и стога се може рећи, да све три ове карактеристике последње геолошке периоде стоје у некој узрочној вези.

Крај речне ерозије био би: када би се неједнакости рељефа у водопађи реке толико затрле, да по њему вода нема више никакве механичке снаге, — када би се брдски предео зарубио до равнине сасвим близу општој ерозионој бази, до површине мора. Замишља се да је то могуће уз припомоћ и других разорних елемената сем речне ерозије. Када је могуће да се разори вододелница две наспрамне реке на једној планини, могуће је, вели се, да се разори више таквих брегова, гребена у једној речној мрежи. Могуће је тако замислити, да се под утицајем огромног и дуготрајног распадања површине појединих брегова, спирања прашине и ерозије поступно разрију и однесу сви поједини делови једне планинске системе, дакле да се и она сва сведе на једну скоро потпуну раван са једва приметним заостацима некадашњег рељефа. То би била Девисова замишљена пенеплена у чију могућност верују многи географи и геолози, али која није ниједним неоспорним примером потврђена. То би била слика старости земљиног рељефа и његове вечне смрти, да се не претпоставља могућност новог рађања, издизања истог терена до младичког доба са новим циклусом ерозија, разорења, терасирања, алувионисања и т. д. и т. д.

Денудација (откривање, оголићење), у Геологији значи опадање, снижавање рељефа, губитак што га копно подноси услед разорачких и нивелишућих сила. Често се под њом разуме резултат рада само атмосфериллија, и речне и глечерске ерозије; али, како се рељеф континента губио и то у великим размерама и услед морске абразије, то је различно и овај обухватити под денудацијом.

Распадање површине и спирање рушевина врши се тако рећи по целој Земљи и то широм копна, а не само извесним правцима као по токовима река и ледника. Ипак зато, има области у којима превлађује денудација, и области где се више врши седиментација. Прво су области планинске; у колико су брда узвишенија у толико је денудација интензивнија. Читава су брда подлегла томе унижавању; огромни су терени уништени без икаквога трага, или остављајући врло мале денудационе реликте, по којима се може приближно израчунати колика им је негда била дебљина и колико су огромни били фактори уништења, то јест денудација и њено време трајања. На наборним планинама разнети су им горњи делови у велико; заостатака од набора има у нижим деловима дубоких корутина. Са раседних планина скинути су узвишени делови; њихови су представници очувани у рововима утонувим измеђ раселина. На великим вулканским и плутонским масивима денудација је кашко поштедила само мале канале кроз које су еруптивне масе из дубине излазиле.

Денудација је понајважнији фактор моделисања рељефа на копнима (глиптогенезе).

СТАЈАЋЕ ВОДЕ

Мора.

Море има велику механичку снагу за разоравање копна и огромну област и средства за стварање нових слојева. Механичка му је снага очевидна онда када је у покрету; а у покрету је: где су морске струје, када је прилив и одлив и када га ветар заталаса.

Морске струје, и ако стално протичу кроз читаве Океане: Атлантски, Пацифични, Индиски, немају великога геолошкога дејства. Ово се састоји поглавито у преносу материјала, који прихватају, а то је врло ситан песак и муљ. Утицај им је и у томе што недопуштају никакво таложење по дну оних површина преко којих прелазе.

Прилив и одлив, сами по себи, у миру, имају мању механичку снагу но када су у исто доба и заталасани. Њихов учинак има нај-

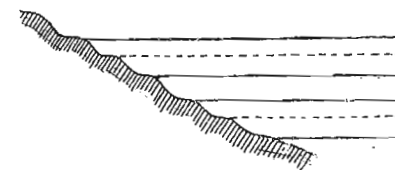
већи захват на оним местима где је највећа разлика граница до које море плави и до које се повлачи. (Сл. 27.) Необично је силан и на ушћима неких река (у Китају, у Заливу Фунда и Амазоне) где се прилив као огроман а тихи водопад и као кроз неки канал разлива на далеко у проширену долину. На ушћу Цијен-Танга (Хина) прилив гура уз долину до 16 миља даљине, са брзином од 5 миља на сат, као талас од 10 м. висине и 1 миљу ширине. А када се повлачи море ту изгледа као најбујнија река која дуби своје корито и односи сву трошину у пучину.

На већини ушћа европских река, особито оних чије се стране размичу као у левка, прилив се дубоко увлачи у реку, сузбија њену воду, успори је и ујезери, те ова и са тако повећаном масом повећава своје ерозивно дејство. А при повлачењу море повлачи на далеко сав материјални принос река, те се стога на њиховим ушћима не могу да граде делте; већ су ту тако звану естуари.

По приморју Немачке и Холандије, које је од положитих и мекких слојева, прилив и одлив жљебе читаву мрежу олука, канала и затока, у које се при приливу завлачи и измеђ којих остају чвршћи, неразривени огредци, аде и острвца (Wattenmeere).

Морски таласи су скоро стална појава на морским обалама, у које ће у толико јаче грувати у колико им је већа висина и брзина, и разоравање их у толико више у колико су обале управније на правац таласа и стрмије, а слојеви у овим мекши. На положитим обалама ништавно је ерозивно дејство и великих таласа. Механички притисак таласа на западној обали Шкотске лети је око 3000 килограма на 1 метар, зими преко 10.000 кг. а када је бура и 30.000 кг. Код Плимута је једна бура из гранитне обале издвојила и на 60 м. далеко избацила камаљ од 140 центи тежине; а код Вика је један бедем од 800 тона померен за 15 метара.

Ерозија морских обала врло је велика због велике механичке снаге мора када је у покрету. Њу потпомажу и ако по изгледу ништавне и ове акције: хемиски утицај слане воде, биљке и оне животиње које нагривају и бушкарају стене по обалама. Као у рекама тако



Слика 27. представља морску обалу израђену мирним приливом и одливом. Највиша и најнижа пуна линија показују ниво највећег прилива и одлива за време равнодневица. Горња и доња искидана линија представљају ниво прилива и одлива кад је пун месец. Две средње пуне линије одговарају висинама обичних прилива и одлива.

и овде разорачко дејство вода има поглавито помоћу комада од обурваних стена, шљунка и песка. Ударајући таквим бомбама и картечом у обале море их глође, гризе, поткопава, дуби у њима: таласне поткапине, котлиће, каце, „миновске лонце“ „продоре“ пећине, (спиле) окна, издухе — Рикавице у околини Дубровника и на Мљету зову се она окна и пећинице, у које талас сабија и ваздух и воду, па ови огуда избијају на површину кроз окна са неком риком и пискањем. Ударом таласа у обале и обурвањем постају стрми одсеци обала, клифови; одвајају се од њих пласе, гребени, пирамиде, зупци, шкоље, прерасти, печуркасте стене. Неједнаким рушењем неједнако отпорних делова обала постају у њима: канали, увале, затони, заноглице, заливи, драге, а међ овима остају: ртови, превлаке, језичци, избрешци, предгорја. Разуђивање обала веће је и лакше када су на њима неизменично поврстане чвршће и лакше стене. Разорење обала је веће и брже, када обала просеца слојеве попречке и када им је нагиб ка копну; а слабије је и спорије када се обала пружа правцем пружања слојева, када су ови хоризонтални или нагињу ка мору, јер се у овим случајевима снага таласа смањује услед трења са већим површинама и скакања таласа у висину.

На неким местима обала се подрезује, обурвава и узмиче брже но што би потоци и речице, који јој притичу спрам тога, подубили своја корита да по њима правилно протеку до ушћа. Обалски одсек засече им корита и долинице, те од њих на тим местима постају водопади, „висеће увале“ и „висеће долинице“.

Морски бедеми постају од шљунка и крупног песка, што га таласи набацују преко ивице мора на обалу. У њима се највише задржава крупнија плавина, коју талас при повлачењу не може собом да повуче, као што повлачи ситнији песак. Песак може и мирна осека од обале да повлачи. Јаке буре при највећој годишњој плими избацују дуж обале највеће бедеме, и то увек тежи шљунак даље но мањи. Где су обале стрме ту се ови бедеми наслажу по самоме подножју одсека. — Обично се гради по један обалски бедем; али ако има знатних разлика у стању морске воде у различним годишњим временима (сезонама) онда се може нагомилати и више упоредних насипа у разним висинама.

Испред ушћа река и залива измеђ сниских обала таласи нагомилavaju спрудове и на њима насипе; па и тако постају превлаке или бране, које од мора одвајају лимане и обалска језера. Кроз ове бедеме речна струја просеца себи пролаз, ако је јача од јачине насипања или тражи и гради себи нове излазе, ако њу морска снага надјача. У овим насипима поред морске дробине има и речнога наноса.

А муљ што га реке у море уносе плови далеко од ушћа када речна струја још далеко у мору траје или када га морска струја прихвати.

Заравњена и трошином насута обала у Јадранскоме Приморју зове се жало. Њега море може плавити, али га не разрива. — Широки пешчани спрудови пред пљоштом обалом зову се лиди.

У прибрежним обалским насипима ситнији шљунак и песак слаже се у зони под водом; ту се он и даље непрестано помера, изатире, заобљује и уситњује. Ако таласи ударају управно на обалу, тај нанос остаје у главном пред њом. Ударају ли пак косо онда ће се велики део овога материјала помицати дуж обала и одлазити даље од места свога постанка. На тај се начин осулина од обала Северне Шпаније премешта до пред обале југо-западне Француске. — Тако бочно померање делића под утицајем морских таласа и струја и са наносом река по њиховим ушћима показује и овај пример: песак из Дњепра, Дњестра и Дунава преноси се до обала Добруче.

Има предела где у морске насипе улази кречна вода, па ту слељује (цементује) делове шљунка и песка и гради конгломерате и пешчаре (лапидификација). Обичније је да са испоњених морских насипа ветар односи ситан песак и са њиме поред обале гради песковите насипе и поља (дуне) или га на далеко развејава.

По равнијем песковитоме дну мора таласање мора гради карактеристичне дугачке, вијугаве боре (Rippelmarks); ове су управне на правац таласања; пљоштије су спрам таласа, стрмије спрам обала, а величина им се управља по јачини таласања.

Такве боре постају и по песковитоме дну језера и река па и под ветром на сувим пешчаним пољима; дакле, у опште на додиру две неједнако колебљиве масе, када се горња колеба по доњој.

Сличних скамењених бора има и међ земним слојевима по површинама таложења.

Морске абразионе терасе. — На морским обалама има зарубљених скоро заравњених појасева измеђ линија највеће годишње плиме и највеће осеке. Те морске терасе или су чисте од наноса, стеновите, или су покривене морским шљунком и песком. Временом се ти појасеви, платформе, шире све докле таласи могу допирати, обале рушити и заравњивати.

Терасирање морских обала протеже се најдаље тамо, где оне постепено и лагано тону у море. Море тада абрадира све новије приморје и плави све више суве земље. На тај су начин велике приморске области у току векова порушене и изрендисане. Овако велика, вековна морска ерозија назива се абразија, за разлику од ерозије копнених вода.

То се дешавало више мање у свима геолошким временима, када је море потапало велике делове копна (трансгресија), а б р а д и р а л о их и по зарубљеноме тлу остављало слојеве несложно наслагане (дискорданција) по слојевима тога тла.

На обали Јадрана испод данашње абразионе терасе, на којој стрешкољи и острвца, лежи старија, потопљена тераса, што је знак и доказ спуштања обале у том Приморју.

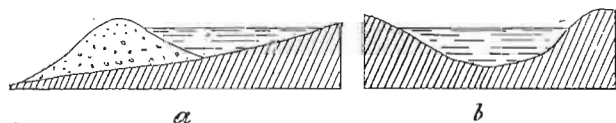
Где се пак обала издизала и морско огледало спуштало, ту су на суво изишле морске терасе. А где се овај геолошки појав више пута понављао, као на Скандинавији; ту има више тераса уздигнутих упоредно једна испод друге.

Абразија копна јесте највећа геолошка последица једне врло моћне силе највеће га захвата. И ако се рељеф читавих континената руши и снижава услед ерозивнога рада атмосферилија, текућих вода, леда, ипак ове копнене силе не би биле довољне да сва копна под море ставе, да при томе не суделује механичка снага Океана и улегање копна услед унутарњих узрока. Теорија абразије како се у првоме одушевљењу прихватила имала је да објасни историју готово свију ваналпских планинских система у Европи (Урала, Француског Платоа, планина дуж Рајне, у Тириншкој и Фихтелу и т. д.)

Доцнијим се проматрањима и размишљањем увидело да она, остајући у главном тачна, нема потврде баш, на пример, на Рајнским шкриљастим планинама, на које ју је и творац теорије, Рихтофен, применио. После је доказано да је њихова површ резултат распадања и спирања копна, а не абразије.

Језера.

П о с т а н а к . — Језера постају онде где се у некој поголини копнена вода задржава. Ово се може десити или кад се неки водоток зајези или се нека равна удуби. (сл. 28. а. и б.).



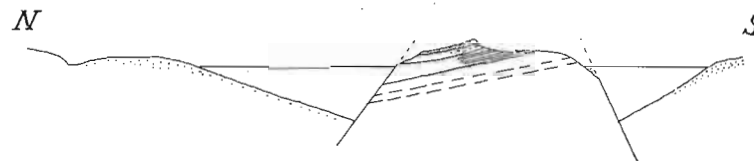
Слика 28. — У слици а купа са тачкицама јесте бедем од неког наноса који је воду задржао и успорио. б је језеро чије је корито издубио механички рад неке геолошке силе, на пример неке реке или ледника.

З а ј а ж и в а њ е бива на више начина. У високим планинама поток или речицу може да загази урнис, урвина, лавина, плавина, плазина, леденик, морена. У вулканским брдима слив лаве може да прегради

долину у коју се слије; а вода се може ујезерити и у кратерима угашених вулкана. — У приморју се дешава да морски обалски насипи или дуне или саме делте запте притоку и ујезере је или да насипом од мора сасвим одвоје лиман (залив, затон, лагуну); у првоме је случају вода у језеру слатка, а у другоме слана или бочатна.

У д у б љ е њ е м постају језера када река ковитлањем направи у кориту своје вир, вирче, а у водоплавној равници вилман, или око. (Макиш, Мачва). У језера се могу уврстити оне мртваје и стараче из којих вода не отиче. Ерозионог су порекла језера у заднивеним вртачама и долинама и у леденичним долинама и наносима. Има случајева где се мисли да је еолска ерозија суделовала у спремању удубљења за језеро.

Има језера која су постала у удубљењима услед набирања и раседања земљишта, у коритима (синклиналама) и рововима. Та су дакле језера тектонског порекла, (сл. 29.).



Слика 29. Профил језера Лаго Морте (десно) и Лаго Санта Кроче (лево) у Алпима Венеције, чија су корита постала услед улегања земљишта дуж раседа.

П р о м е н е . Језера су доста нестална; промењују врло ласно своју дубину и величину. Усахњују услед климских промена; има их која су давно усахнула. Засипљу се дробином коју им реке доносе, и оном коју саме стварају.

Муљ и песак што га реке доносе у језера обично је врло обилат, па је река од њега мутна; али се у језеру скоро сав сталожу, те је река која кроз језеро протиче на излазу сасвим бистра. Стога се вели: да језера воду река процеђују (филтрују).

Где су речни наноси дубина је најмања; ту се басен језера испуњава; на површини се јави прво рит, па после и ливадска рудина. Под утицајем климских и брдских промена једно језеро може да се подели на два или више мањих и обратно, али ређе, да се два и три језера једне групе уједине.

Механичка снага језерске воде не може се равнати са ерозивном снагом река и мора; али ипак су приметни и неки резултати. — Где таласи ударају, ту се обале поткопавају, обурвавају; ту постају одсеци (клифови), и заравњени обалски појаси („површи“) и улазне терасе. У језерским басенима веће старости види се по неколико тераса,

клифова на разним висинама, што сведочи, да се ту мењала ерозиона база, да се ниво воде у језеру спуштао. И овде су најстарије оне обале и површи које су највише у области језера.

Где су таласи јаки ту се поред језера нагомилавају обалски бедеми. Ако су таласи слабији, онда се дробина нагомилава у прибрежју под водом, као подводни бедем. Овај се више пута опучава по кориту у већу дубину, па и то доприноси засипању језера. И у језерима се граде аде, острва и спрудови.

О језерским седиментима како механичким тако и хемиским биће говора у другој делу ове књиге.

Снег и лед.

Снег привремено, зими, облаже већину површине копна, а стално се задржава по високим планинама и поларним пределима. Ти огромни резервоари снега ступају на снагу и постају геолошки фактор када се стопе у воду или претворе у лед. — Велика је улога снега када се спролећа брзо отопи, па његова вода, снежница (сочница) сјури у реке, те ове поплаве и замуље своје долине, а појачају и друга дејства вода текућица.

Снег узима из атмосфере угљен-диоксид више но киша; стога снежница има већу растворну моћ но кишница и има од ове већу улогу у стварњу шкрапа по кречњачким брдима.

Усови (лавине, утрзи) сугромаде снега што се од снежних поља по брдима, обично с пролећа, обурвавају и собом захватају искомадано стење и дрвеће, па га са страна носи у подгорину. Они су чести па и опасни по великим алпским планинама, јер ту могу да порасту до 100.000 па и милион кубних метара. Дешавају се и у нашим земљама, на пример, на Комовима и Шар Планини, и то обично по јужним странама по којима се снег с пролећа брзо топи, овлажи, отежа по кад изгуби равнотежу клизи и опучава се.

Усови се дешавају и зими, али од сувога и растреситога снега, који вијор завитлава и односи. Овакви усови не снашају у суподину планина онолико осулине као они први.

Када усов пројури кроз сносишта плазине, он у овима изрије дубоке јаруге са стрмим странама (сухоточине). То бива и када се опучи и сјури лавина са плазином, па било сува као сам снег, било да је прожета водом оцедином.

Од лавина страдају домови, путеви и т. д. Бране се подизањем заклона непосредно око њих или учвршћивањем брдских падина кољем, сноповима прућа (фашинама) и т. д.

Снежаник. Када се кристалићи снега под утицајем топлога ваздуха, сунца или кише почну отапати, онда губе своје оштре кристалне ивице и рољеве, заокругљују се у зрна. Та се зрна ноћу, када се разладе, слеме у већа зрна, као шипрага; зову се преспа („фирн“). А када се после узајамно споје и зрна шипражнога снега, постане збијен и слеђен оолитни снег или снежаник.

Снежаника има много по високим планинама по појасу вечнога снега. Лежишта су им тамо ограничена по валовима, челенкама, цирковима, локвама или се шире по већим пољанама. И они имају ерозивно дејство на своје подове; и преко њих се суљају планинске осулине — што се обоје у већим размерама дешава и са ледницима који из њих постају.

Лед.

Леда има на рекама, језерима, морима, а највише на сувој земљи копна по високим планинама и поларним областима, где су и највеће масе вечнога снега. На копну лед покрива 3% земљине површине.

На сувој земљи лед постаје од снега, а на водама непосредно од воде.

Лед на рекама и стајаћим водама нема геолошкога дејства док не пукне и у санте се не раскомада. Тада се крене и понесе све обалске осулине, које су на њега попадале и однесе их много даље но што би их највећи поводањ однео. У том кретању лед подрива и обурвава обале на које удара. На језерима лед пуца када га јак ветар удара, а на рекама и када вода у овима придлази или усањује. Санте које плове низ воду заустављају се на плићацима, згомилавају се у камаре, препрече водоток, па ту река подрива обалу и разлива се из корита. Ту се зауставља и промицање дробине коју речна струја са копна прима и носи.

Кашто се вода замрзне и по дну до обала. Тај је лед више шупљикав, а не збијен као онај на површини воде. Он обухвати све што се по кориту налази: муљ, песак, камен, животињске и биљне остатке; па када се од тога дубинскога леда одвоје санте и на површину изиђу, оне понесу сав тај подински материјал и односе га низ воду све док се санта не истопи.

Ово се у великим размерама дешава нарочито у великим рекама Сибира и Америке.

И море може да се замрзне по пличинама особито у пределима где хладноћа дуго траје. Замрзнуте слојеве, који обично нису дебљи

од 2 м. таласи ломе у санте леда, које грувајући у обале доприносе њиховом разоравању. — И морски лед захвата дробеж са дна, па када крене са свога места, односи је у јужније крајеве. — При замржњавању морске воде одваја се од ње со; с тога је вода од отопљенога морскога леда питка, а није слана.

У поларноме делу Северне Америке, у северноме појасу Сибира, и на сибирским острвима замржава се и вода која је са површине у земљу ушла, па ту лед слемљује њене делове песак, глину и т. д. те гради неку врсту каменитог леда или ледни конгломерат. Земља се тамо зими мрзне у дубинама од 100 па и од 200 м.; а лети се само по мало открављује. — Тамо бива да се заледе сметови снега по увалама и долинама и да се ту никако и не отапају. Дешавало се да се те громаде леда покрију навејаним песком и прашином, те постане рудина са вегетацијом, која чува лед у подини од отапања. На тај су начин саграђена нека сибирска острва (о. Љахов и о. Фађејев). Тако се у тим северним пределима одржао фосилни лед, са врло много костију дилувијалних животиња, највише од мамута. Из тога леда вади се много слонове кости. — Из њега је код Березовке извађен најпотпунији леш мамута, што се чува у Петрограду. — Фосилни је и онај лед у Финској, којим је флувио-гласијални шљунак слемљен у конгломерат.

Ледници (Глечери, Ледењаци, „Плазури“).

Ледници постају од снежаника када у овима, при даљем сливању, прекристалише и онај део снежнице, који је овлаш слемлио зрна снежаника; тада цео агрегат постане кристаласто-зрнасти лед какав је у ледницима. Поједина кристална зрна у овоме агрегату произвољно су размештена, док су у речноме леду кристалне призме управне на површину залеђене масе. — Постепено претварање снежаника у прави лед врши се у дубљим слојевима и под утицајем притиска од тежине све већих маса снега, које се на високим планинама нагомилавају. — Што је већи и дужи ледник створен из снежаника, то поједина зрна леда постају све већа, јер се спајају, а уједно прекристалисавају; има зрна која су постала велика као јаје и као песница.

Лед у великим ледницима с правом се убраја у стене, јер има структуру стена, а заузима на копну места много више но неке праве камените стене.

Врсте ледника. — По своме облику ледници су у главноме двојаки: као сливови и као плоче. Први се граде по високим планинама (алписки тип), а други по поларним пределима.

Кретање ледника
 87

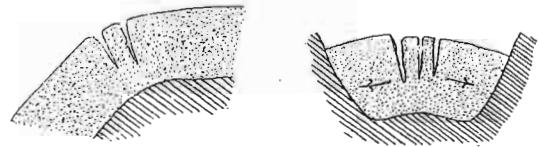
Алписки ледници изгледају као неке смрзнуте реке. Налазе се у горњем делу планинских долина. Стварају се од „вечнога снега“ и „фирна“ нагомиланог по оним челенкама („цирковима“, валугама „крницама“) са којим те долине и започињу у врховима планина. У сабирној области једнога ледника обично има по више мањих таквих заоблучених депресија са мањим почетним ледницима од којих постаје главни глечер. Од тих циркова ледник се продужује низ долину као дугачак и узан или као пошири залеђени слив („језик“) према томе колика је и каква је долина, коју испуњава. Дужина највећих ледника на Алпима је 24 км. (Алеч) и 32 км. (Пастерц), а на Хималајима и 60 км. Дебљина од 100 м. није необична; мерењем је нађено и 260 м., а по извесним знацима цени се да може бити 400 и 500 м. При крају је језик тањи но у средини; ипак је доста дебео и окомито пресечен, па изгледа као неки зид са капијом из које истиче студена речица.

Боја алписких ледника у почетку је бела, јер су ту још испуњени ваздушним меурима. Даље на ниже боја је загасито плава, која је све то живља и чистија у колико је ледник дебљи, компактнији и без шупљика. Ако на ледник напада каква прашина онда му она дода своју боју, те се јаче истиче слојевитост, која се у маси развија услед смењивања партија порознијих и бељих са чвршћим и загаситим. Ово се добро распознаје у горњем крају ледника, а даље на ниже слојеви се збијају и уједињују. Овде се пак кроз лед провлаче неке плаве танке плочице, чија боја и постанак још нису добро растумачени, а које маси ледника дају неку врсту лиснате структуре. Вероватно је да ова шкриљавост постаје под притиском као и у стенама. Кретање ледника низ корито јесте једна од његових битних особина. То кретање постаје услед сопствене тежине, услед тежине и потиска маса, које му на горњем крају придолaze и услед извесне његове пластичности која је осетна, мада лед спада у тела највећма крта.

Брзина кретања ледника зависи од његове величине и нагиба корита. У Алпима има глечера који се помичу по 25 до 47 см. дневно, а годишње од 40 до 100 м. Једном зрну леда у глечеру Алеча треба 450 год. да са врха Јунгфрау сиђе до краја слива. У Хималајима је брзина до 3,7 м. дневно. На Гренланду пређе по 8—10 па и 20 м. али овако брзо само на оним местима где је ледник збијен у врло узано корито. Брзина је мања по боковима ледника но у средини, те ова тако изгледа као речна матица, на прилику које се и повија од једне конкавне обале ка другој. На површини ледника брзина је већа но у дубини.

Пукотине се тако рећи стално стварају у свима ледницима, те су и оне карактеристичне. По положају своме оне могу бити: ивичне,

уздужне, попречне. Ивичне постају услед споријега кретања бочних делова. С почетка се оне пружају косо од ивица ка средини, а после се повијају на ниже, јер бочни делићи заостају за средњим. Друге пукотине постају тамо где ледник уђе у проширицу па се и сам бочно размиче и шири, што бива скоро увек при његовом крају. Исто тако попречно пуца ледник када наиђе у кориту на какву препону или на одсек (Сл. 30. А. и В.)



А. Слика 30. В.
Уздужни пресек ледника са попречним пукотинама Попречни пресек ледника са уздужним пукотинама

Пукотине су кашто тако многобројне и изукрштане, да је сав ледник раздрузган те по њему стрче зупци, оштрељи, пирамиде и санте од леда,

Пукотине се многе затварају, срашћују или комадима леда испуњавају те не јапе до краја ледника.

Отапање ледника. — Оно почиње већином на висинама када време довољно отопли, и бива услед сунчане припеке, топле кише и неке топле ваздушне струје. Отапање је све веће што се иде даље на ниже, док се најзад сва маса леда не истопи; а то бива на оној тачци на којој се толико леда отопи колико га озго придође. Ова доња граница ледника помера се на више лети и топлијих година, а на ниже зими и хладнијих година. — Отапање је јаче на површини чистог леда но онде где је она осулинама покривена.

Вода од стопљенога ледника сјури с њега понајвише у пукотине, скупља се по његовом дну, а на крају избије кроз леденикову капију (врата), као бујан мутан леднички поток. Дешава се да овај заковитла по неку рипу од тврдог и љутог камена, па са њоме жљеби рупу у кориту; па и на тај начин постану циновски лонци налик на каце које стварају и обични јаки планински потоци.

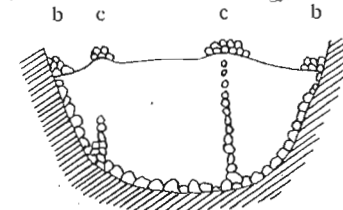
Ледници се отапају у неколико и услед унутарње топлоте стена по којима се крећу. То сведоче они потоци у Алпима који и зими теку из ледника. И у северним ледничким областима, где су поменути фактори за спољашње загревање леда сасвим незнатни, излазе врло јаки леднички потоци.

Морене. То су брдске осулине које нападају на ледник, те их сноси у долину. Напада их, наравно, највише поред стрмених страна, где се тако на површини ледника накупе два уздужана појаса од опадине; то су бочне (ивичне) морене. Оне су све веће што се ледник даље креће, јер на горње придлазе и познији сносци. На ставама два ледника њихове две суседне бочне морене састављају се у једну, која се даље продужује као средња морена. (Сл. 31.). На саставцима више сливова постаје више и средњих морена, које милећи даље могу свој материјал да измешају, распростра, те образују као једну површинску морену.

Ако у средини слива стрчи какав камаљ („стог“ „стадина“) онда с њега опали одломци граде такође једну средњу морену. Али у овом случају, услед успора на томе месту избијају на површину и комади који су дотле по дну ледника плазили.

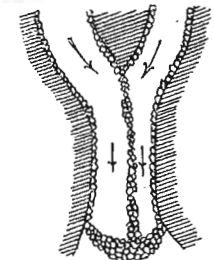
Ако поред обале ледника има мало заравања на коме се заустави нешто брдске опадине, онда ту постаје обалска морена (бочни леднички бедем). Њој придлази материјал и са бочних морена када се ледник отапа, скупља и назад повлачи.

Комади из морена упадају врло много у пукотине ледника и спуштају се или до подине или се у пукотинама заустављају у виду бречастих жица и складова; то су унутарње морене. Комади који упадну до дна



Слика 32. — Попречни пресек ледника на коме се виде: две бочне морене б. б., две средње с. с. јер је он састављен од три ледника. У средини се спуштају две унутарње морене, а корито је обложено подинском мореном.

скупљају се у подинску морену. (Сл. 32.). Ови се измеђ себе тару много јаче но у површинским моренама, па им се рогови и ивице затупљују, пљосни зарављују и парају; они се парчетају и претварају у шљунак, песак и муљ. Њошкasti комади гребу, рендишу, и глачају стене по кориту ледника. Њошкaste рипе, каменце и песак са ледника брусе, парају, изоравају и стиру површине стена и по обалама ледничких сливова. Трагови те глечерске ерозије (ексарације, глечерске коразације) познају се лепо на камаљима и стећцима преко којих су ледници прелазили и то поглавито по предњој, горњој страни на коју је ледник ударао, док им је задња, доња страна мање била томе изложена. Такви стећци и стењаци зову се комчићи („каменци“ roches moultées). Има их доста ван домашаја садашњих ледника, те се по њима



Слика 31. Сутока два ледника. Две суседне бочне морене састављају средњу морену новог ледника на чијем се крају нагомилава завршна морена.

познаје докле су ови негда допирали. Граница простирања негдашњих ледника познаје се још и по греботинама и пруткама на кориту и на дуварима ледника и на подинскоме шљунку који је такође прутасто ишаран.

Ако је корито ледника од врло чврсте стене, онда га подинска морена само овлаш заравњује и плитко изолучава, а ако је мекше риља га, жљеби, издубљује. — Корито може да се круни и изорава од самога притиска ледникова када нема моренскога материјала, само ако је ледник врло дебео и тежак.

Преносна снага ледникова већа је можда но у једнога другог преносача рушевина. Ледници су преносили стењаке од неколико стотина кубних метара, а било их је и од 3000 кубних метара. Пример је за то ератно стење разнето од свога становњака до граница врло далекога домашаја негдашњих ледника.

Крајна морена. На крају ледника где се он сасвим истопа, спајају се његове морене и површинске и дубинске у завршну чеону морену (прочелну, коначну, фронталну). Ова се нагомилава непрекидно свуд околу ледникова ушћа од обале до обале; она је као један високи лук, леднички бедем, који се може узвисити до 100 м. (на Гренланду и до 183 м. висине), ако из ледника не избија јака речица која може његов материјал да односи бар из средине, остављајући по бочковима делове насипа. — У овоме завршноме бедему има примерака свију стена из водопађе ледника, разне величине и разнога облика.

Друмлин, озар, дрифт јесу називи за неке глечерске творевине, које су добиле нарочити изглед услед суделовања речне или морске воде.

Моћ коразиије. — Узимајући у обзир горе поменуте доста знатне последице ледничке ерозије, помишљало се да ова има врло велику моћ, да је кадра, на пример, издубити и проширити читаве долине и ижљебити простране котлине за језера. — Раду глечера приписивани су фјордови у Скандинавији и у опште долине са равним коритом а стрмим странама, као што су проструге, које се тим обликом разликују од већине долина створених речном ерозијом, чије су стране већином благе.

Али има много стручних гласиолога који оволику разорачку снагу не признају глечерима. Они шта више мисле, да многи од ових штите тло по коме плазе, а да разривање чврстих стена по бочковима врши вода која се улива у пукотинице и тамо замржњава. Они мисле, да ледник може да подуби, па и преиздуби само она места, која су насута

растреситом распадином. — Са јаким потиском ледник може овако меки терен да покрене с места заједно са рудином и вегетацијом на њој, да га збије, згужва и испретура.

Ледничке пољане. — На Алпима, Пиринејима, на Скандинавији и т. д. има ледника који не постају у резервоарима снега уоквиреним високим врховима, већ на пространим пољанама вечнога снега. Ови се ледници не одмичу далеко од места свога постанка; не спуштају се кроз долине у виду језичца, већ се задржавају на висинама и завршују као кратки а пошироки појаси. Из једнога снежнога поља може да излази више таквих ледника и на више страна. Чешће бива да се прекине веза измеђ снежаника и правога ледника, па се овај или задржи цео на висини („висећи ледници“), или се од њега одвајају, одкидају ледени усови. Када се ледник задржава на висини онда његовоме обнављању доприносе и снежни усови, који се на њему заустављају.

Протевање и узмицање ледника. — Сваке године ледник у неколико напредује па после се повлачи. То наизменично продирање и повраћање понавља се и у неким дужим роковима, некад споро, некад врло брзо. У опште изгледа да сви ледници, и на северној и на јужној полутини Земље, у периодама од 35 година скоро у исто доба прво се продуљују унапред, па после узмичу назад. Ови се рокови поклапају са претпоставкама тридесет-петогодишњих климских периода: кишно-хладних и сухо-топлих година.

Узроци залеђивања. Узрок постанку ледника не мора бити само у повећаној хладноћи. Има врло хладних области на којима се ледници не стварају, јер на њих пада врло мало снега. Главни услов за стварање ледника јесте: да на високе планине пада доста снега, да се ту снег стално обнавља, и да се не стопи сав пре но што ће из њега постати снежаник и ледник.

Према томе није морала владати врло велика хладноћа ни у оним геолошким периодама, за које се зна да су имале јаких ледника; а то су периоде дилувијална и пермска. Довољне би биле неколике серије врло кишовитих а хладних година па да се по планинама јако умноже масе снега, да се доња граница тога вечнога снега спусти дубоко, па да се ледници створе и да се по њиховој садашњој питомој подгорини распростру далеко од њих. А да је у скоро прошлој геолошкој периоди ледника било много више но сада, доказују, као што је раније наговештавано, морене веома удаљене од садашњих, ератско камење, циновски лонци, уравњење и избраздане стране долина, комчићи и циркови по планинама у којима сада нема снежаника ни ледника.

Стари ледници у нашим крајевима. На Копаонику и Голији има циркова и корутина, на којима су се могли сабирати снежаници и ледници, али морена и других ледничких трагова није нађено по тим нашим планинама. — Несумњиви трагови старих ледника нађени су у Ерцег-Босни, на Трескавици, Чврсници, Височици, Волујаку, Магличу. — У Црној Гори има их на Дурмитору, Проклетијама, Орјену, Ловћену. — Има их и на висинама Динарских Планина. — У Јужној Србији ледника је било на Шар Планини, на Корабу, Јабланици, Јакупици, Перистеру. А даље по Балканскоме Полуострву; по Рили, Пирину и Олимпу.

На неким врло високим планинама налазе се две групе морена: једне су млађе, а друге старије испод њих. Ово доказује да су те планине биле бар два пута заледничене за време Ледене Периоде.

По проматрањима Ј. Цвијића изгледа, да су се многе балканске планине издизале још и непосредно пред том Леденом Периодом, да су издизањем превазишле границу вечнога снега, па се тада могле и заглечерити.

Поларни ледници.

У областима близу полова ледници нису ограничени на оделите резервоаре вечнога снега по високим планинама, већ покривају велике просторије у целим тим областима. Тако је по земљама око Севернога Пола, око кога се шири велико море опкољено земљама; тако је и око Јужнога Пола на коме су пронађени делови повеликога копна опкољенога морем; тако на Гренланду и Шпицбергу.

Гренланд је мал да не сав покривен леденим застирачем; само у приморју има један узан појас суве земље и то често испрекидан ледничким језицима и покровима. Он изгледа као једна велика, благо заталасана ледна висоравац, по којој се само овде-онде, и то опет близу обала, види по неки камени зубац, чалија („монаднок“). С тога по томе огромноме леднику и нема површинских морена; а има их, и то доста, по дну, јер лед одадире неједнакости по својој подини, комада их, круни, заобљује. Нешто од ових подинских морена избије и на површину кроз пукотине испред поменутих камаља, где ледник наиђе на већи отпор и успор па испуца. Ту на лед пада осулина са тих острваца; то су обично ћошкасти комадићи, а они подински су већ заобљени. Овако измешан шљунак настави са ледом пут као површинска морена; ова је увек врло незнатна ако се упореди са површинским моренама на алпискоме типу ледника.

Површина гренландског ледника покривена је слојем снега, навејаног у сметове. На периферним појасима ледника лежи и врло танак слој прашине у којој има делића космичкога, метеоритскога порекла.

Маса овога леда креће се ка периферијама Гренланда, где се негде по оделитим утолегицама издвајају језичасти делови налик на алписке сливове, а негде се у виду врло великих покрива спушта до мора. Хумболтов ледник има на своме ушћу 150 килом. ширине.

Сишав у море лед плази по дну, подрива га и захвата морски седимент, да га заједно са својом мореном у себе укалупи и даље однесе. — Ове по плиткоме дну потопљене масе леда пуцају, раскидају се, испливају на површину мора, па као ледна брда плове ка Југу, док се не растопе у топлијим појасима. Када се растопе на пучини мора или кад наседну негде на какву морску обалу отпуштају материјал који су понели са копна или захватили са дна мора; то је тако звани леднички дрефт.

Антарктика, копно Јужног Пола, застрвено је сво ледом; то је највеће пространство леда на Земљи. Откривенога тла и на њој има само мало на неколико места поред морских обала. И високи брегови (до 3600 м.) и долине обложене су танким, чврстим слојем снежаника и дебелом једноставном масом леда, помало таласавом, без морене и без пукотина. И ова се маса у море спушта или широким пољима или узаним језицима. Има партија леда, које су ваљда давно одвојене, откинуте од главнога масива, па се више и не крећу, јер их он не потискује — то су мртви, угашени ледници. Живот целе масе у опште је доста слаб; јер не пада доста снега па да је обнавља, а и када га много напада разнесу га тамошњи силни ветрови.

И геолошки рад антарктичних ледника скоро је ништаван. Нема површинских морена. Вероватно је да их има доста по подини, али нису испољене. Има пловних ледника који су одвађени од широких покрива, па су стога обично столовата заравњени. У њима се види слојевити састав, прслине и канали и поворке шљунка од подинских морена.

ГЕОЛОШКИ РАД АТМОСФЕРЕ

Атмосфера утиче на површину Земље својим саставом и топлотом, а и масом када је у покрету. Утицаји су њени посредни или непосредни, тихи, и једва приметни или брзи и очигледни; по негда локални и већином свеопшти и у свима правцима, што не бива код других геолошких сила. Атмосфера је свуда више или мање у покрету. Ветар дејствује у свима правцима, и уз брдо и низ брдо. Он ради и као разорач и као преносач, а и као творач, јер и он ствара ситан песак и праšину (еолску). Крајњи збир атмосферног утицаја састоји се у овоме: стене се на површини троше, планинске висине разривају се и опадају; припрема се градиво за стварање ораће земље и нових стена, за засипање долина и језера, за издизање пешчаних насипа дуж мора, језера и река, за стварање пустиња и степа.

Атмосфера утиче хемиски поглавито својим кисеоником и угљендиоксидом које састојке кишне капљице доносе на земљу, где изазивљу разне хемиске процесе. Утицај хемиског састава атмосфере више је, дакле, посредан, дајући једне делове за рану животињама (O) и биљкама (CO₂), а нарочито дајући снег и кишу, дакле воду која кружећи по земљи и у земљи ради као један од најважнијих геолошких фактора. Непосредно хемиско дејство ваздуха више се нагађа, па и то не само за себе већ у вези са другим приликама, са притиском и топлотом. — Како извесне хемиске реакције зависе од барометарскога притиска, то је природно да на висинама не могу бити једнаке са оним у низинама, као што разлике тога притиска утичу и на расподелу живота по земљи. И топлота атмосфере мора утицати на промене које она изазива. Најважнија од тих промена јесте физично (или механично) распадање стена, на које сем ваздуха утичу још вода, а и организми.

Утицај климе. — Распадање стена на површини земљиној зависи дакле врло много од климе, у првоме реду од атмосферске топлоте и количине воде у атмосфери. На Земљи се разликују ових седам климских зона: једна тропска зона, жарка и влажна; две пустињске зоне, жарке и суве; две умерене зоне, благе и влажне; две поларне зоне, хладне и суве.

У тропскоме или екваторијалноме појасу висока температура, велике кише и бујна вегетација олакшавају хемиско и органско распадање стена; рудина је тамо дубока и родна.

У пустињама је врло слабо дејство кише, воде и организама.

У умереним појасима прилично је дејство свију геолошких сила, па дакле и с тиме скопчано распадање стена. Јачина распадања површине мења се, измеђ осталог, и према годишњим временима. Дробина и распадина не нагомилавају се на месту свога постанка онако много као у тропској зони, јер је преносне силе далеко разносе.

У арктичним регионима главни узрок који изазива распадања, расипања стена јесте мраз. Хладна и сува клима не подстиче хемиске процесе, а није повољна ни за развиће организама, ни хумусне, родне земље; у њој су голе стене оложене махом снегом и ледом. Овакве су прилике и на високим планинама у зонама умереним и у тропској.

Физичко распадање стена у умереним зонама мање је уочљиво но у поларним, јер је овде удружено са хемиским и органским, а и зато, што је овде површина тла више но тамо застрта производима распадања.

У тропским пределима механичко распадање много је незнатније од енергичног хемиског распадања.

Атмосферилије (метеорска вода, топлота и кретање ваздуха) јесу не само главни фактори распадања стена на површини, већ од њих поглавито зависи и пластика како те целе површине тако и изглед изданака појединих стена на њој.

Моделисање појединих стена под утицајем атмосферилија зависи не само од климе већ и од минералскога састава и структуре стена. Стене разне природе неједнако ће се одупирати атмосферилијама; а стене исте природе у неједнаким климама различно се у томе погледу понашати. — Ако су на површини испољене разноврсне стене, онда ће чвршће одупирати се „времену“ и стрчаће; а слабије ће се око њих снижавати, смањивати. Тако чврсти слојеви могу да остану као настрешица изнад отворених, плитких пећина. Али овакве окапине могу да се јаве на површини као остатак од негда већих подземних пећина, које су разривене. Услед неједнаког разривања слојева постаје и степенити облик по странама брегова где су изданци неизменично чвршћих и мекших банака (обрученица, обручатница). Одупирањем чвршћих делова атмосферилијама по бреговима постају: камаљи, чотови, зупци, чалије, гламе, главице, гвоздови.

Какви ће се облици услед атмосферилија појављивати зависи још и од начина лучења код еруптивних стена и од шкриљавости код седиментних, а у обема групама од присуства прслина у њима (дијакласа, лептокласа, пијецокласа).

Гранит се лучи у паралелопипеде, који су у свежем стању стене једва назначени, а који се из громаде сасвим издвоје, када су атмосферилије свој утицај вршиле дуж равнина лучења. Познати су огромни и многобројни стећици по гранитоидним масивима. По неким планинама гранитни су камаљи заобљени, у другима су оштрљасте, зупчасти. На неким планинским височинама остале су на становитоме месту гомиле гранитских стећака (Гобела, Јелак на Копаонику), а на другима су се оне одсуљале низ падине.

На еруптивним стенама које се луче сфероидно (неки гранити, дијабази, габро, лампрофири, базалти и т. д.) атмосферилије им разоравају једну по једну краљушт, док не заостану само више мање заокругљени комади као велике бомбе и лопте (ђулани) од још нераспалога језгра стене. На положитим површинама ови се комади задржавају као и гранитоидни стећици; а низ стрмен се скотрљавају као и друга брдска опадина (осулина, грот, плазеви, сипор, „чуњ“).

Кречњаци подлежу ласно атмосферилијама. На њиховим голим површинама атмосфера изглође и исплаче ситне рупице и браздиче. На њима се истичу случајне примесе у стени и фосили, чије се материја теже распада; а бива и обратно да ова тела поиспадају остављајући шуљбине од свога легла.

Неки пешчари имају такву структуру да на њиховим површинама атмосферилије издубе рупице доста правилно поређане те изгледају као саће или решетке. Доста често налазе се валуци пешчара на чијим се пресецима, испод једне окорине, виде концентрични разнобојни прстенови; ови постају од тога, што атмосферилије периодично, а не стално у њих продиру и промењују их обележавајући границе појединих фаза. Овакви појаси ритмичнога

распадања виђају се и на кречним, шкриљастим и еруптивним стенама.

За пример како стене међају своју природну боју на површини изложеној атмосферијама, могу послужити загасите, битуменске стене које изгледе услед оксидације и загасите гвожђевите стене које поцрвене услед истога хемискога процеса (о коме се говори на другоме месту). Све пак стене под утицајем атмосферија, маховина и лишаја, изгледају по површини натруле; њихов прави изглед може се видети само на јаковним преломима.

„Време“ и „зуб времена“ обухвата дакле скуп акција, које чине да се и најчвршћа стена на површини распада, трули, троши па и нестаје.

Утицај атмосфере на механичко распадање стена очевидан је тамо где су оне оголићене, без земље.

Дробљење стена на површини Земље почиње прво под утицајем топлотних промена, услед којих се стене наизменично дању загревају а ноћу разхлађују; међајући при томе своју запремину и густину, губе своју чврстину те пуцају, комадају се и троше. Јачина овога загревања па и дробљења, комадања, зависи од количине примљене топлоте, од специфичне топлоте састојака у стени и од њихове боје. Једнобојне, особито загасите стене прскајући дају пржину од ћошкастих комадића или неке концентричне љуске (на пример неки гранити), према томе да ли превлађују прслине радијалне, које постају од хлађења или концентричне, које постају при загревању стене. А шарене стене, као што је већина гранита, чији се разнородни састојци загревањем неједнако шире, расипају се и ако врло споро, у крупан песак од тих раздвојених састојака. Тамни састојци више се загревају но светли. Суве се површине загревају више но влажне. Рад је овај најбржи тамо где је припека највећа, а влага најмања, дакле у пустињама. У умереним климама присојна страна каменитих брегова брже се круни и опада но осојна, јер се она јаче загрева. — Свуда пак промене обичне дневне топлоте чине, да се површина стена више мање краљушта, љуспа и перута (ексфолијација, десквамација). Изатру се прво оштриве и рољги, па се комади поступно заобљују.

Камаљи на високим планинама прскају и комадају се при ударима грома. На њиховим се површинама од тога кашто стопи нека корица са многим стакластим капљицама. На Малом Арарату је кречни камен од честих удара грома постао сав шупљикав и цеваст; другде су по висинама постале од тога неке троскве. Гром може да одвали и велики комад стене.

У поларним пределима, где је загревање од сунчаних зракова (инсолација) слабије, прслине се стварају и стене комадају највише под

утицајем мрза а и залеђења кишнице или сочнице, која улази у стене. У нашим крајевима дејство мрза на прскање и дробљење стена види се нарочито по врховима високих планина и то највише с пролећа, када се топе кристалићи леда, који су, увећавајући своју запремину при залеђењу (за $\frac{1}{11}$) дуваре шупљика у стенама толико потискивали, да су ове морале све даље пуцати; али је лед држао комаде да се не одвоје док се он не отопи. Примећено је да су разне стене неједнако мразопукљиве.

Ово комадање стена под утицајем атмосфере зависи од њихове чврстине. Има гранита чији комади ни за човечијега века не могу да се раздрубе, док се комад глиновитог кречњака издоби у току једне зиме. Свакоме је земљораднику познато, да се и највећи и најтврђи бусен у грубоме орању преко зиме издоби под утицајем воде залеђене у њему. Кристали леда расту у земљи износећи на површину грумење и каменчиће; орница се тиме уситни и за боље растење усева спреми.

На једрим и ситнозрним стенама, како седиментним тако и еруптивним, прслине се једва виде голим оком, али се под ударцима чекића стена одма дроби у ситне комадиће, какви се природно јављају након дужега времена када се пукотине прошире. — Танколисти шкриљци, глинци, пешчари и филити, цепају се у све тање листиће. — Меке и једномане стене: глине и лапорци, расипају се у угласте комадиће, често коцкасте, величине као орах или као лешник или у округласта зрна или прах. — Крупнозрни гранити, гнајси, диорити, пешчари и конгломерати расипају се више и до већих дубина у својој маси но друге стене.

Снашање дробине. — Комади, комадићи, зрна и прах од стена што се под утицајем атмосферија одвајају од камена становника не остају на своје месту већ се већином спуштају низа страну кашто оделито, већином згомилани. Те се суљевине зову плазеви, плазајице, плазина, сносина, опадина, грот, пржина, трошина. Крећу се већом ил мањом ширином по странама брега до подножја или низ узана точила, која се на подножју завршују купама од наноса, које се зову: сува делта, сипар, сносци. Могу да се крећу само сопственом тежином по стрменим странама; али им котрљање олакшава и убрзава кишница и снежница. При кретању се чешће сударају и комадају, али своје ћошкасте ивице ретко кад заобљују. Највећи се комади котрљају најдаље; а велика сносина не само да обложи подножје, већ може да зајази и као брана препречи долину у коју се спусти. Када се тога наноса у долини много нагомила личи на морене од леденика. На високим планинама по снежним пољима иду даље и брже но по голом камену.

На вулканским бреговима стварају се такође велике сносине по нижим боковима, а у њима такође постају дубоке јаруге када преко

њих пројури вулканска лавина било само од суве дробине било пљуском прожета.

Кад застане или престане процес разоравања површине, онда ружеvine престану нагомилавати се, а преко њих се постепено накупи довољно земље за вегетацију и за обделавање.

Рад ветра.

Атмосфера у покрету, то јест ветер, има геолошкога утицаја не само тиме што преноси прашину и песак, већ и што може да земљиште рије и моделише. Када јак ветер из брдских опадина или других трошина са површине подигне и одува песак, он њиме брише испољене површине стена и тла, одире их, избруси, пара, троши и лице им промењује. Овај рад ветра зове се еолска ерозија, дефлација или коразија. Рад је тај у толико већи у колико је ветер јачи, у колико више тврдозног песка собом носи, у колико је мекша површина стене на коју удара и у колико је она на његов правац више управна.

Хомогене и ситнозрне стене боље се одупиру изатирању но крупнозрне и хетерогене, суве површине боље но влажне. У Европи има црквених тороња од камена, који је ветер на 10 сантиметара дубоко изглодао. — Површину врло тврђих и збојитих стена, као што су фелцити и рожнаци, може ветер тако да углача да се она сјаји. — Чврсте стене ветер с песком глача, а неке жљеби, изолучава и изрива.

По површини хетерогених, гранитоидних стена остају бобице од чвршћих састојака (кварца,) а и рупице тамо где су били мекши (лискун). Петрефакти и конкреције у стенама стрче из њихове мекше масе. На просецима серије слојева разнородних стена чвршће стрче измеђ мекших. Мекше слојеве може и ветер толико да изрије и однесе, да на њиховоме месту остане окапина испод чвршћих слојева; а по горњим површинама стена постају шкрапе. Све ове еолске творевине сличне су истоименим, које гради вода.

На пешчаним обалама и у пустињама има полигоналнога шљунка (трошошника), чије су стране постале стога што им је час једна час друга површина била изложена песковитоме ветру, те их овај брусио, заравњивао и глачао. Оваквог трошошкастог шљунка има и по живом песку у Панонском Басену.

У пустињама, где је дејство ветра највеће он издубљује казане, котлине, басене и долине. Еолска ерозија може толико да разрије брдске масе да их зарубљује или иначе реформише, да издвоји нове избрешке па и читава брда. Коразии и дефлацији (развејавању) приписује се стварање неких врло дубоких теснаца и проструга у меким наносима по степима у Азији и по пустињама у Африци. Оделитим кама-

љима ветар покашто оглође доње стране, па изгледају као неки столови или „печурке“. — На великим висинама ветар доприноси издвајању великих стећака и од најчвршћих гранита.

Ветар је у опште врло важан чиниоц за постанак и одржавање пустиња. Ове неморају увек престављати оцеђено и осушено дно језера или мора. Оне могу да постану и од родне рудине, када их непрекидне суше умртве. Са почетком данашње геолошке периоде у Америци је наступила суша услед које нека језера сасвим пресушише; у пустиње се претворило земљиште у држави Колорадо и басен око Сланог Језера.

Ветар диже прашину са целе земљине површине; са песковитих морских обала преноси је на оближње приморје било ово равно или бреговито (у Чили на брда до 4000 м. висине) и ту гради пешчана поља са дунама (сипине, живи песак) и обратно: са ових пескова преноси прашину у море; — у пешчаним пустињама премешта масе песка и мења облике насипима од песка.

При вулканским ерупцијама ветар подухваћа лепео и односи га кашто на хиљаде километара далеко од вулканскога огњишта (са Везува у Далмацију). Има предела у којима су орнице још родне због вулканске прашине, која се издалека и поодавно по њима посула (Лимања у Француској), па се полако раствара. — Јак ветар чисти земљиште од минералне распадине. „Бора“ (Бура) брише земљу са површи Крша у нашем Приморју, нарочито од како су шуме тамо сатрвене. „Мистрал“ чини то исто по Јужној Француској; тамо се орница задржава само по њивама у заветринама. Занимљиво је како је мистрал употребљен за нивелисање неравног земљишта: дрљају га при јаком ветру, па овај односи трошни материјал са узвишица, а испушта га у удољине. — Има места на којима ветар оголити жилице усева, однесе сву живицу и на површини открије мртвицу, те овакве њиве за дуго не вреди орати. Стога на неким висинама у Алпима сељаци размештају камене плоче по орници, да је ветар неби сву разнео.

Највећу механичку снагу имају вијори (але, циклони) али је њихов рад ограничен на узан појас којим прохује; а домашај обичних ветрова огroman је.

Степе и оазе постале су поглавито наносима еолским, које ветар навејава из околних пустиња. То је очевидно на оним степима које су у непосредном додиру са бестравним пустињама и на зеленим оазама по пешчаним пољима. То је очевидно и на оазама и степима, које имају добру вегетацију докле им ветар доноси само најситнији прах, а почну да опустошавају чим придође крупан и груб песак.

Процес опустошавања није бескрајан. Где је пустиња ту је средиште барометарске депресије, па тамо јури ваздух са свих страна да попуни месни разређени. Те влажне струје прелазећи преко омањих пешчаних поља оживљавају их. Тако су се у Африци извесни предели, као Чад и Тинтузина, заодели рудином и вегетацијом због Сахаре, која привлачи влажни ветар са Југозапада.

Ветар натоварен силним песком и прашином може да засипље реке и језера. Таквим засипањем ушћа реке Адура (на ј. з. обали Француске) постају лагуне са бочатном водом. Каспско Море засипље се на свом Истоку песком из Турана. Амурдарја, која је негда у њега утицала, под навалом песка скренута је у Аралско Језеро. — У Атлантски Океан долази силна п а с а т с к а прашина из Сахаре. Из ове у Јужну Европу долази прашина у којој има делића дијатомацеа, кварца, вапна и једињења гвожђа; од ових постаје крвава киша, која ту прашину подухвата. Таква је киша падала по Јужној и Средњој Европи и Марта месеца 1902 чак до Перма и Копенхагена.

У еолске наносе рачуна се и л е с о коме ће се говорити у одељку о седиментима.

Дуне су песковити насипи од 30—40—100—150—180, а и преко 200 м. високи, које ветар згомилава по великим песковитим пустарама и пешчарама, приморским и континенталним. Али оне могу да постану и по омањим пескарима око језера (Ладоба, Оњега) и дуж река (Волге, Оке, Двине, Њемена) или по падинама пешчарских брежуљака и брегова (Фонтенбло код Париза, а у Немачкој код Нирнберга и измеђ Франкфурта и Манхајма, у Банату и Бачкој). — По свима тим пољима ветар потискује песак доста равно док не наиђе на какав успор, који ће га задржавати и поступно нагомилавати га у виду сипова, насипа, бедема, вала, брежуљка (буцке у Бачкој). Да се песковити насипи тако граде доказано је и огледом, стављањем вештачких сметњи ветру. У природи се као успори јављају: бусен, камаљ, дрво, шумарак, шибљак, жбун, шевар и друге високе траве: дивља пшеница (*Triticum junceum*), дивљи овас (*Psamma arenaria*).

Али дуне могу да постану и где нема никаквих препона услед гигања ваздуха онако као што постају мали песковити вали и ребра по жалу и спрудовима, услед самог таласања воде („валовне бразде“ Wellenfurchen).

Дуне постају наслагањем слојева песка једних преко других. Ти слојеви нити су у својој дужини једнаки сами себи, нити су то међу собом; нити су правилно наслагани. Карактеристично је за дуне дијагонално наслагање слојева у њима.

Слојеви су највише од жућкастих зрнаца кварца. На коралским острвима има дуна и од белушавих вапнених зрнаца, а у Новој Мексици и од гипса, изривеног из оближњих складишта гипса у пермском терену. Приморске су дуне обично од самога песка, а у континенталним има и прашине.

Површина дуна обично је наборита са малим жљебинама, ребрима, браздама, са наборима и бридинама, као што их има и по песку под морем.

Померање. Дуне се померају у правцу главних ветрова са брзином од 23 м. годишње у Француској и 35 м. годишње у Прајској; у другима је померање много веће, од 80 до 500 м. годишње.

Померање је тако да слеме дуна, које је право или преседласто, остаје управно на правац ветра или се, када су јаки ветрови, издужује упоредо с њиме. У првоме случају бокови се дуне повијају у напред, предња страна од куда ветар дува положита је, а друга је окомита. Ако ли ветар дува чешће и у супротном правцу онда нема велике разлике у нагибу страна као што је нема ни код уздужних и континенталних дуна. — Оно померање бокова у напред даје кратким дунама облик лука, српа, полумесеца (бархани у Туркестану).

Приморске се дуне померају правилније и сталније но континенталне; довољно правилно, да су људи хтели да их употребе као неке приближно поуздане хронометре историских периода. Зна се да су неке дуне засуле плодна поља, шуме и насеља и подалеко од обала. Дуне у Бретањи код Сен Пол де Леон помериле су се, почев од средине 17 века, за 6 сати хода у унутрашњост, те опустошиле сав тај простор почев од обале мора. Куришки Затон у Немачкој засипа се тако да ће за 550 год. бити сав насут и у копно претворен, ако се напредовање дуна чиме не спречи.

Сузбијање дуна предузима се задржавањем придоласка новог песка из мора и задржавањем помицања дуна. За прво су нужни велики прокопи, зидови и друге бране; а другоме се доскоче пошумљавањем и засађивањем алеја. Учвршћивање живог песка почиње прво гајењем биљака које успевају на песковима (*Carex arenaria*, *Elymus arenarius*, *Arundo arenaria* и *Salix arenaria*). Пошто се измеђ ових биљака ухватила мало трава и песак учврстио, засађује се дрвеће (четинари, раст и т. д.) нарочито „приморски бор“, јер он на песку добро успева, а из њега се добија не само дрво за грађу већ и смола, катран. Тако су у Француској и у Немачкој учвршћена многа, пређе јалова пешчана поља и за привреду употребљена. У нашим земљама, у Подунављу и Потисју

живи је песак пошумљаван највише багремом. Домаћа винова лоза може да се одржи на песковима, а да се и некалеми, јер се у овима филоксера не размножава као у кречним и другим земљама.

Дуна може и сама собом да се уледени када по њој престане разорачко дејство ветра.

Старијих, природним узроцима умртвљених дуна, а из овог садашњег геолошкога доба, има на италијанској Ривијери, на ушћу Одре и на обали Холандије. Трагова живог песка и дуна има и у теренима створеним у врло многим геолошким периодама, у теренима названим: прекамбриски, старокамбриски, силурски, пермски, тријаски, кретацејски, терцијерни.

У нашим областима у такве би се творевине могли, зар, рачунати неке пермогтријасне серије Црвених Пешчара.

Неке од ових старих дуна јављају се у кори земљиној у положају сличном маринским трансгресијама. Као ове тако и еолске трансгресивне творевине покривају све могуће старије терене, од којих су и оне одвојене денудационим површинама. Разлика је што су еолске трансгресије највише од пешчара и дијагоналне стратификације, и од конгломерата са ћошкастим шљунком еолскога порекла, и што немају морских шкољака ни другог маринског материјала.

Живи песак зове наш народ поље засуто дебелим слојем песка, који се више-мање помиче и на коме ветар гради сметове као дуне и међ овима увале као долине.

Таквих просторија има повише у Србији поред Дунава и то почев од Рама па-на-ниже. Оне су Дунавском Клисуром растављене у две групе, источну и западну. — Источна група живог песка лежи у Крајинскоме округу око Кладова, Прахова и Радујевца; она одговара сличним пешчаним пољима у Румунији. Западна је група пескова у Пожаревачкоме округу, од Рама до Градишта, Пожежене и Винаца; она је наспрам поља живог песка у Банату.

У источној партији има живог песка близу Кладова, где се простире од Костола до баре јужно од Кладова. Други је тамо песак измеђ Праова и Радујевца. Трећа пешчара не лежи као остале крај самога Дунава већ на пола сата од њега удаљена у равници измеђ Радујевца, Србовлаха и Букова; то је дугуљаст хум Капуђал. На овоме је песак глинеом прашином прилично учвршћен те се развјава само у врло сушним годинама. По новијем проматрању на Капуђалу и нема више живог песка.

У западној групи прво је живи песак на Горици код Рама, други код села Затоња, трећи измеђ Градишта и Киселевачке Баре, а четврти, највећи, заузима дугачки троугао измеђ Пека, Пожежене и Винаца и провлачи се низ Дунав преко Усја до Голупца.

У Банату су тако велика пешчана поља, пешчаре, да су названа „Банатска Сахара“. По њима су навејане велике дуне које се поме-рају. Чувена је пешчара код Дели Блата, Али Бунара. Ту има повеликих брда од песка развучених у правцу кошаве и са мањим сиповима попречнога правца, који се јављају као секундарни избрешци на првима. Има и бархана, који су запажени и по пешчарама измеђ Градишта и Голупца. Има места где су по два-три слоја хумусне рудине завејани песковима.

Пешчаре измеђ Тисе и Дунава карактерисане су дунама, плитким депресијама и браздама које ствара ветар дувајући скоро периодично, а скоро стално у истоме правцу. Бајско-Суботичка Пешчара пружа се до Пеште.

Живи Песак у нашим крајевима навејан је из модерних дунавских наноса, из дилувијалних и из најмлађих терцијарних, песковитих слојева. Почео се нагомилавати у дилувијалној периоди, а ствара се и у садашњој. — У пешчарама код Суботице и код Делиблата живи песак (вејач) смењује се са заравнима од леса.

ГЕОЛОШКИ РАД ОРГАНИЗАМА

И органска бића, биљке и животиње, имају утицаја на стварање и промењивање делова земљине коре, особито оних делова који су сада на њеној површини. Тај утицај нигде није силовит и напрасит, већ миран и сталан, па је ипак у току векова знатно допринео да Земља дође у садашње њено стање.

Разне су врсте геолошких појава у којима организми имају свога удела. Они се могу поделити у две категорије: једно су процеси у којима се врши разоравање и промењивање постојећег стања, а у другој стварање новог градива за слојеве земљине. Разорно дејство могу организми вршити непосредно или посредно, механичким или хемиским путем; а творачки рад њихов јесте поглавито у стварању кречњака и каменога угља, што ће се изложити у Петрогенији.

Организми су се развијали у свима геолошким периодама, па такође и њихов геолошки рад. Али њихов конструктивни рад интензиван је нарочито онда и онде, када се и где се на површини Земље и у срединама Океана установи релативно мировање других, то јест неорганских сила. Рекло би се да је потребно, да више-мање грубе физичке силе неометају развије и рад њежнијих и узвишенијих сила које су у организмима.

Животиње које разривају земљину површину јесу: кртице, мишеви, пацови, зечеви, и д. Рупе које они у земљи рију олакшавају атмосфе-

рилијама да је растрошавају. — Земне глисте рачунају се у најважније факторе за распадање тла и за припрему ораће земље. Оне, као што је познато, не само да буше земљу кроз коју пролазе, већ је и гутају и између у толикој мери, да се с правом узима као да је сва ораћа земља прошла кроз цревни канал глиста. Рудину бушкарају и ларве инсеката и мрави и то по великим просторијама. Мањега је обима, али се ипак мора поменути, и ровење које чини даброви.

У мору су неки црви, морски жежеви и шкољке (фоладомије) који стене најдејају и у њима себи легла праве. А има и морских црва који, као сувоземне глисте, промећу песак из дубине на површину.

Најзад ваља поменути и човека, који је најмлађи и најслабији фактор. Фактор је када сатире шуме, оголићује брда, оре стрмени те олакшава распадање и спирање површине; када пробија тунеле, отвара рударске поткопе и окна, раскопава усеке, земљу откопава, насипље, нивелише, исушује, наводњава и т. д.

Биљке могу разорно дејствовати на стене на разне начине. Ево неколико примера. Дешава се да ветар донесе семе на влажну стену, па ту ово клија и пушта коренчиће у пукотнице. Ако је то семе од каквога шибана или дрвета, онда корен може дубоко да продире, пукотину да проширује и чврсту стену да изломи на комаде, као када би се клином разбијала. — Не само корен живог дрвета већ и мртви корен угинулог дрвета може стену да разваљује и земљу да разрива; а то бива када је прожман водом па се надима и свој оквир потискује. Корење виших биљака лучи угљену и неке органске киселине (мравну, оцатну итд.), које растварају материје у земљи и у стенама, па помажу бушење стена (вапнаца, доломита, магнезита) у коме су, и доприносе стварању каолина и алумо-силиката.

Има биљака, које пружају свој корен у дубину од неколико метара, па и преко десетину метара. Такве су на пример детелине.

И најниже биљке: лишаји, маховине, микроскопске алге имају, иако споро, ипак приметно разорно дејство на површину стена. Овде често уз физичко распадање врши се и хемиско разлагање под утицајем киселина из коренчића тих биљака, које пошто угину остављају на површини стене „минерални прах“, од минералних састојака биљкиних.

Лишаји разједају доста брзо стену како вапнену тако и силикатну (граните, порфире). Разједају такође и масе гвожђа (гвоздене полуге на ланчаном мосту у Пешти) у коме се случајно променула и текстура полуга: од еластично влакнасте постала је крто-зрнаста; али ово долази од сталних механичких потреса, а не од лишаја. Неке урвине порфира (у Јужној Америци) под ути-

цајем лишаја за 10 година заодеше се рудином и вегетацијом. На лави Везува лишаји помажу да се она за неколико година по површини распадне у земљу добру за успевање винове лозе, која је задовољна и са онолико земље колико се у пукотинама стена накупи. — Слично чине маховине и печурке.

Познато је да лишаји разједају и сјајну површину стакла на прозорима. Њих има више разних врста, а дејствују разорно и физички и хемиски.

Хидрофити помажу крућењу стена на морским обалама и на планинама. У рекама и у језерима има биљака (алга и других), које доприносе бушењу стена. — Алге се ту виђају по шљунку, по љуштурама шкољака и т. д. али су врло распрострањене и по сувим дуварима остенака од кречњака и доломита. Има ситних алга које нагризају кречњаке и вапнене скелете мекушаца и фораминафера па од ових граде гранате агрегате од врло ситних зрнаца.

И најситнији организми (микроорганизми) бактерије имају врло великога удела у распадању стена и стварању градива за нове минералне агрегате и то или непосредно или посредно, појачавајући растварачку снагу воде која се у њих упије.

Бактерије су кадре да разлажу силикатне минерале, јер њихови животни производи јесу врло јаки хемиски реагенси: то су угљен диоксид, неке органске киселине, амонијак, азотаста и азотна киселина, сумпорна киселина.

Приметно је, на пример, разлагање фелдспата ортокласта тамо где његова стена лежи под слојевима хумуса или тресета, на чије су стварање такође бактерије утицале. Овде хумусне киселине помажу разлагање фелдспата, одузимају му алкалије и сувишни део силиције, а на месту остаје каолин. И у самој граниту кад је испод хумуса може да се ствара много каолина. И неке глине постале су и постају под утицајем органских, хумусних тела на фелдспатне стене. Те су глине обично сиве и имају мирис особито осетан када се загреју, при чему побеле. — Хумусна киселина раствара по мало и кремен, који раствор може да силицише друге предмете у земљи.

Хумусне киселине растварају и односе оксиде гвожђа, мангана и алуминије, који се у дубини скамене у слојеве или конкреције или се њима цементује песак. Таквих конкреција има кашто и у рудини.

Има бактерија (феро-бактерија) које утичу на промењивање гвожђаних једињења, на стварање лимонита у језерима и барама; кривама и неким рудиштима, на издвајање манганова оксида итд. — Под утицајем бактерија у блатиштима се местимично нагомилувају фосфорно киселе соли (вивијанит), — материја добра за ђубрење њива.

Има сулфо-бактерија које из сумповитих вода издвајају сумпор који се таложи по дну стајаћих вода. Тако су веро-

ватно и постали слојеви сумпора у неким терцијерним теренима Сицилије, Галиције и Шлезије. Такве бактерије производе, канда, и пирите који се данас стварају у Црноме и Каспискоме Мору.

Има бактерија, нитро-бактерије, које из ваздуха непосредно узимају азот и угљену киселину и граде киселине, што нагризају површине стена и облажу их слојићем земље са хумусом. Тиме се гради прва рудина на којој се могу настанити више биљке почињући са лишајима. — Нитро бактерије које живе по квржицама на корену легуминоза, такође одузимају из ваздуха слободан азот.

Нагомилавањем биљних отпадака на површини земље, и претварањем истих, под утицајем бактерија, у хумус, у коме има разних киселина (улмична, хумусна, апокренска, кренска), азотних и других једињења ствара се нова снага за промењивање земље и стена. Међу тим хумусним телима алкална једињења хумусних киселина јесу изванредно јак реагенс, који даље утиче на растварање алумосиликата и изазива сложене процесе разлагања и размене састојака како у рудини тако и у њеној стеновитој подлози. У рудини се све то заплиће сталном сарадњом микроорганизама, те су резултати врло разноврсни; међ овима истаћи вреди корисно претварање нерастворних фосфата у растворне, које биљке могу употребити.

Најважнија улога ових најситнијих организама била би, што су они кадри да разлажу сложена органска једињења у она простија једињења: угљену киселину итд. која су за одржање и обнављање биљног света неопходна.

Са другога, практичнога гледишта исто тако важна улога бактерија јесте, што без њих не би било ни стварања ораће земље ни одржавање њене родности.

У најситнијем створу Природе представљен је један од најјачих помагача за израну рода људског.

ДЕО ДРУГИ.

СТВАРАЊЕ СТЕНА

— ПЕТРОГЕНА ГЕОЛОГИЈА или ПЕТРОГЕНИЈА. —

При изучавању Земље ма с'које било стране, увек је потребно знати састав њеног тела, начин постанка и промењивања тога тела. Најважније део земљиног тела јесте њена кора. Та кора саграђена је од стена. За Геологију је, дакле, неопходно потребно да изучава начин постанка и промењивања стена. Сем тога што су стене битни састојци коре, стоји и то, да су оне материјални остаци и представници свију геолошких времена, па и мена кроз које је Земља пролазила. Па и стога Петрогенија или Литогенија, то јест онај одељак Геологије у коме се излаже како су постале стене, јесте један од најважнијих делова Опште Геологије и врло важан помоћник Историске Геологије.

Генетске групе стена. — Геолошки процеси услед којих се данас стене стварају дају ове четири врсте материјалних творевина: механичке, хемиске, биолошке и вулканске.

Прве три врсте акција дају стене седиментне; а четврта врста, у којој суделују и физичке и хемиске силе, али не ове са површине већ силе из дубине, дају стене еруптивне.

Еруптивне су стене првобитне (протогене) јер су њихови састојци првог у њима и ради њих постали. Седиментне се, пак, стене граде од делова и трошака раније већ створених стена (девторогене), стога се могу сматрати за секундарне творевине.

Примери за групу механичких творевина јесу: песак и пешчар; за хемиску: со и сига; за биолошку: камени угаљ и коралски крењак; а за четврту групу: разне окамењене лаве.

У свакоме од ових случајева ваља одговорити на питања: какво је и одакле је градиво нове творевине; је ли се створило на месту свога садашњег лежишта, па ако није: како је са свога првобитног

места пренето, како је на новоме налазишту сложено и скамењено и шта даље са њиме бива.

У већини случајева то градиво није у новоме слојају остало непромењено, већ је од разне руке измењено. Петрогенија треба, дакле, да проучава не само спремање грађе и стварање стена од ње, већ и све промене, које се на стенама дешавају накнадно после првога акта њихова стварања, а то су појаве дијагенезе и метаморфоза.

Сем седиментних и еруптивних стена, чији се постанак може, мање-више тумачити радом истих геолошких сила које и данас раде, постоји и трећа, и то велика група стена, које по томе што су слојевите, личе на седиментне, а по нечем другом, по своје минералношкоме саставу, личе на еруптивне стене; али чије се садашње стање не може објаснити процесима, који дају оне прве две групе. За њих се замишља, да су у почетку биле као седиментне или као еруптивне стене, па су се под неким нарочитим утицајем у садашње стање преобразиле. То су метаморфни, кристаласти шкриљци. Начин њиховога постанка и сада је још предмет неколико претпоставака, а не и поузданог, научно, без замерке, доказаног закључка.

Састојци стена. Сви до сада познати хемиски елементи налазе се у стенама, а такође и сви досада познати минерали. Али се већина од њих појављују у тако незнатним количинама, да ни мало не утичу на састав и особине стена, те немају никакве важности ни за Петрографију ни за Петрогенију.

Важни стенотворни елементи, то јест они који граде масу земљине коре јесу: кисеоник, силицијум, алуминијум, гвожђе, калцијум, магнезијум, калију, натријум, титан, водоник, фосфор, манган. Ред којим су овде побројани одговара величини њихових количина у стенама.

Главни минерали у седиментним стенама јесу: угаљ, оксиди и сулфиди гвожђа (хематит, лимонит, гетит), кварц, со, калцит и доломит, гипс и анхидрит.

У еруптивним стенама и кристаластим шкриљцима главни су: кварц и силикатни минерали из групе фелдспата, лискуна, амфибола, пироксена, оливина, хлорита, талка, граната.

Постанак састојака. Минерални састојци стена постају у природи: или у течним растворима или вулканским гасовима. Неки постају радом организама, а неки су резултат метаморфоза.

Има пак минерала који могу да постану на више начина; хематит, на пример, постаје из вулканских испарења, и из раствора, и услед разних метаморфоза лимонита, пирита, сидерита.

По начину и средини у којој постају битни састојци у стенама — ове се називају: хидатогене, пирогене, хидатопирогене, зоогене, фитогене, метаморфне стене, што значи да могу постати у води и ватри, од животиња и биљака, путем метаморфоза.

СТВАРАЊЕ СЕДИМЕНТНИХ СТЕНА.

Ступњи стварања. Седиментне стене постају на површини Земље (егзогене стене) од градива које је већ било у саставу неких раније створених стена, па је у њима порушено, отуда разнето и у нове агрегате унето. И по овоме се већ види, да ни једна седиментна стена не постаје на један мах, већ да стварање њено пролази кроз разне ступњеве. То обично бива овим редом:

1. Рушење, дробљење, распадање и растварање старијих минералних маса; ово је главно спремање грађе за нове стене.
2. Пренос тих рушевина, трошина и раствора на ново место стварања, при коме преносу и ове материје могу да разоравају земљину површину.
3. Седиметација тога градива на новим местима.
4. Скамењавање, то јест претварање његово у нове праве стене (Дијагенеза).
5. У неким се случајевима и скамењене стене делимично или сасвим промењују под утицајем еруптивних маса и гасова или повећаног притиска, подземних вода и т. д. (Метаморфизам).

При овим радњама суделују тако рећи све геолошке силе, које раде на површини Земље, и то сасвим неједнако у овим разним фазама стварања стена.

Има случајева када нова творевина не пролази кроз све помнуте ступњеве. На пример, када се распадина не помакне с места, онда нема другог и трећег ступња, већ за првим може одмах да наступи четврти, то јест скамењавање распадине у нов агрегат.

I. СПРЕМА ГРАЂЕ.

Врсте распадања. Прво је, дакле, требало подробније познати начине распадања стена, што је учињено у предњем одељку Геологије. — Њих има више, од разних узрока и са разним резултатима.

Разне врсте сила и узрока који изазивају распадање могу се скупити у ове три групе: физичке, хемијске и органогене. Обично по две и три силе раде у исти мах, те стога није увек све просто и разветно у њиховоме суделовању, нити је јасно који се део резултата има којој од њих приписати.

Просто физичко или механичко распадање је онда, када се неки минерални агрегат дроби и строшава у мале делове без хемиске и минералоске промене састојака. Крајња граница расула је када је сваки део само од једне минералне индивидуе. Ово има двоструку важност: геолошку и агрогеолошку; прву зато, што се тиме увећава слободна површина делића на коју могу да дејствују хемиски агенти; а другу зато, што се тако ствара градиво и за ораћу земљу рудину.

У другој су групи промене хемискога састава и то не само појединих састојака у агрегату, већ и целокупне стене. Главни практични значај хемиских промена јесте што се извесна тела, која су била у стенама, а потребна су за успевање биљака, припремају да их биље може асимилувати, те тиме ораћа земља постаје више плодна. Хемиски су процеси још кориснији ораћој земљи када се врше међ самим њеним састојцима. Њих детаљно изучава нарочито наука, Педологија, која се оснива на Агрогеологији и Агрохемији.

Организми могу да изазову или само физичко трошење стена или хемиске реакције, међ којима је од практичне вредности и најважније стварање нитрата у ораћој земљи.

Сви ови фактори што разоравају једне стене стварају грађу за друге, па тако на овој другој страни имају творачку улогу.

II. ПРЕНОС ГРАДИВА.

Производи распадања стена само по негда остају на месту свога постанка и ту граде земље које се зову аутохтоне. Тако се у тропским пределима задржавају масе латерита на камену од кога су; а и неке масе каолина задржавају се у дубинским деловима својих произвођача. Обично се, пак, остаци распадања, као и течни раствори, односе на далеко. Односе их разне геолошке силе: ветрови, кише, потоци, реке, ледници и мора. Скидају се са места постанка и услед своје сопствене тежине; а разносе их у неколико и организми.

Како све то бива изложено је довољно у првоме делу Опште Геологије у Геодинамици.

III. СЕДИМЕНТАЦИЈА.

Врсте седиментација.

Седиментација бива онда и онде када се и где се сталожил материјал, што се налази или у ваздуху, или у води, било као механичка смеша или као раствор, или у организмима као њихов саставни део.

Та нагомилана маса (седимент, талог) јесте градиво донето на место стварања нових минералних агрегата, нових седиментних стена.

Седиментација може бити врло разноликих. Оне се разликују: било по средини у којој се врше, било по начину како је постало градиво талоба или по оној геолошкој сили која га је припремила и на ново лежиште донела.

Главне области у којима се врши седиментација јесу: сува површина Земље (наноси субаерски, еолски, елувијални), реке (флувијални), језера (лимнични, лакустрални) и мора (марински).

Главни начини постанка градива седиментних стена јесу напред изложени процеси: механички, хемиски и органогени. Одмах ваља приметити, да има неких агрегата, стена, које могу постати и на разне начине и у разним срединама, било као производ једне творачке силе, било уз сарадњу два и више геолошких процеса.

Механички су седименти резултат дробљења стена, па затим преноса и депоновања растреситог материјала помоћу текуће воде, ветра, леда или услед сопствене тежине.

Хемиски се седименти депонују из течних раствора: 1) када ови испаравају; 2) кад се згусну; или 3) ослободе неког већег притиска; или се 4) разладе; или 5) помешају са другим хемиским реагентима, и т. д.

Органогени седименти постају нагомиланост посмртних остатака од животиња и биљака или посредовањем животних процеса у организмима.

Прва група даје стене кластичне, друга хидатогене, а трећа органогене.

Средине које су неопходно потребне за стварање седиментних стена јесу: атмосфера, хидросфера и биосфера. Где њих нема, као на Месецу и неким планетама, ту јамачно нема ни оваквих седиментних стена какве су на Земљи.

A. Механички наноси.

Механички наноси могу бити на суву (елувијум) или у води речној, језерској и морској.

На копну се прах и ситни песак слажу по целој површини; а крупна дробина згомилава се поглавито по брдима обичним, вулканским, ледним.

Брдске осулине могу се задржати на по некоме месту на падини или у суподини брега у виду невезаног агломерата. Оне се ту збију или се блажом слеме. У овом случају постаје склад брдске бре-

чије са глиненем цементом. Ако кроз осулину пролази кречна вода, онда се из ње издваја калцијум-карбонат и цементује пржину од стена, те се награди бречија са вапненим цементом. По странама вулкана и на његовом подножју нагомилава се вулканска бречија са цементом од вулканскога пепела.

Ораћа земља која се временом нагомила по брдскоме сносишту обично је врло родна и дубока, али прилично шљунковита.

И леднички (гледерски) наноси могу да буду слемљени глином или ситним глиновитим песком, па да изгледају као бречије или конгломерати. У таквим складовима из Дилувијалнога доба налазе се одломци зуба тадашњих слонова (мамута) и коња. — Обични гледерски наноси јесу песак, шљунак, муљ и глина са уложеним у њу рипама и обланицама (Boulder clay). Гледерски је муљ од сасвим сићушних делића, који дуго лебде у води; а када се негде сталожу даје компактну глину, која се својом финоћом лако разликује од мутљага из обичних потока. Боја је муљу бела када произлази из кречних стена, а сива из шкриљаца. Он се гради и под ледником у текућици што из њега излази. Двоструко дејство леда и воде види се и на тамошњем шљунку и песку; стога се њихови склади и плавине називљу флувијоглацијални. — Дрифт је леднички нанос у областима Северне Европе, где је веома распрострањен и далеко од изворишта некадашњих ледника; донео га је, можда, лед који је отуда допловио. Он је од разнога градива, јер је ово узимано са разних терена подложних ондашњој глацијацији.

Гледерски наноси облажу сада од прилике 13⁰/₀ суве земље.

Еолски су наноси они које ветар навеје. Њих има више-мање свуда, а највише у сушним зонама где су пустиње јако развијене, и поред песковитих морских обала. — Из пустиња и са приморских жала ветар односи ситан песак те њиме гради нове пешчане сметове (дуне), који пустоше родна поља, те их стога ваља сузбијати.

Са целе површине копна ветар односи и по новим местима размешта ситну тршину, распадину, од које се повећава рудина и постаје еолска глина. Са разним примесима песка, калцита, хидроксида гвожђа постају: еолска иловача и глинуше: песковите, шљунковите, лапоровите. Често се и у доста кратком року навеје приметна количина нове земље. На пример, грађевине старог Вавилона и Ниниве засуте су сасвим дебелим талогом прашине, коју је ветар навејао. Прашину навејава и орницу увећава понајвише тамо где зими навејава и сметове од снега.

Вероватно је да је ветар донео највећи део леса, који може имати до 600 метара моћности и који се из Азије распростире по Источној Европи, где чини подину врло родној орници.

Када у сметове песка вода унесе кречног цемента гради се еолски пешчар (лапидификација). — Вапнени се пешчар гради и од коралскога песка на обалама коралских острва. — У еолскоме песку често се налазе стакласте исавијане цеви, флугурити, дугачке кашто по неколико дециметара. Оне постају када гром стапа зрна песка кроз која прође. Примери су многи у Шлезии.

Противно ономе што се до скоро мислило ветрови имају делокруг колико и текућице па и већи. Њихов велики утицај и творачки и разорни опажа се на 34⁰/₀ површине копна, и то на 28⁰/₀ има депоновања (дуне, пустиње), а на 6⁰/₀ има ерозије.

Алувијони су наноси из река. Има их разнороднога састава и порекла, јер су врло разнородне стене преко којих реке протичу и из чијих водопађа узимљу дробину. Распрострањени су много дуж река особито у средњем и доњем делу њихова тока и при ушћима. Врло су моћни у широким водоплавним долинама; око Тисе су 200 метара, а око Гангеса 480 мет. дебели. Они чине подину најроднију баш зато, што у њима има свију врста састојака потребних за исхрану биљака; има глине, песка, креча и хумуса и то у повољним размерама и са повољним физичким особинама. Стари и нови алувијони јесу „потпуне земље“ на којима успевају све врсте културних биљака. Алувијалне орнице и ливаде у Србији сељани чешће хвале да су „као Мисир“, „као Морава“.

Речни нанос варира по величини од крупних валутака до најфинијега муља (силта). Он се, тако рећи, просејава све ситније и уздуж текућице и у вертикалном правцу дубине наноса. Најкрупнији су комади у сипарима на ушћу потока у реку и у почетку таложења дробине по кориту реке и по њеним боковима. — У ситнијим насипима, нарочито у муљу, има много биљних отпадака, више но у неречним наносима; по некада их има толико да слој изгледа као да је од тресета.

Речни наноси могу да се збију и слеме; тако постају речни конгломерати, пешчари и глинци.

Језерски талози механичнога порекла јесу обалски бедеми од песка, шљунка и валутака, што их јаки таласи избацују и крај обале насипљу; затим, слојеви уводи дуж обала од шљунка и песка; а даље од обала, по кориту језера, од муља. Све то може да се таложи и по спрудовима и острвцима у језерима. На местима исушених језера

и бара остају слојеви језерскога алувијона. Положи око језера дали су много родне земље када су од воде оцедили се и исушили.

Морски талози кластичне природе постају од дробине коју реке доносе у море, или коју море гради на својим обалама; — од дробине из приморских и подморских вулкана; — од материјала што га доносе ледне масе са Севера; — од еолске и космичне прашине што у море пада.

Геолошки је најважнија рушевина теригена (копненог порекла), која се у океанима сталожава близу обала, а у средземним морима и подалеко од обала. Овај „континентални појас“ у морима широк је просечно око 250 километара, а дели се на три зоне:

1) у обалској (литоралној) зони, која је најужа јер захвата само простор прилива и одлива мора, највише се талози најкрупнији материјал: валутак и груби песак;

2) у дубљој и широј подобалској (сублиторалној) зони највише се талози, у косим слојевима као и у првој зони, ситни песак, а по негде и муљ;

3) трећа је зона континенталнога муља; она се пружа најдаље од обала и најдубља је; у њој се талози муљ са разноврсним примесама, од којих су неке дале обележје варијететима: црвеног, зеленкастог и плавога муља.

Црвени континентални муљ постаје поред предела, на којима реке спирају и у море доносе латерит и црвеницу (terra rossa), бојадисану оком гвожђа.

ЗеленкастOME континенталноме муљу боја долази од глауконита (силикат гвожђа и калијума), кога кадшто има толико много да муљ прелази у глауконитни песак.

Плавом континенталноме муљу боја долази нешто од распаднутих организама, нешто од сулфида гвожђа.

После зоне континенталнога муља настају дубоке морске пучине у којима превлађују пелашки седименти органскога и хемискога порекла са врло мало кластичних делова.

Око коралских острва депонују се коралски песак и коралски муљ; а око вулканских острва вулкански песак и вулкански муљ.

Има неких предела (у Холандији и Француској), где су пологита места крај морских обала вештачки исушена па се ту зирате морски алувијони из садашње геолошке периоде. По површини су они од врло ситнога песка и муља са органским материјама, налик, дакле, на речне; али су кашто измешани са толико морске воде и соли да нису за обраду, јер у њима биљке

гину. Пре но што би се предузело засејавање ових места ваља дренирати слану воду или наводњавањем спрати со, која излази на површину.

Правила механичке седиментације у опште. — Механички седименти постају онда и онде када и где снага преносача толико ослаби да понету дробину не може даље носити.

Једну исту врсту седимента могу нанети разни носачи.

Приликом преноса растресити се материјал обично пресејава по величини, а по величини се већином и размешта; ово не бива само на глечерима.

У механичким седиментима највише има кварца и глине, јер су ове материје најмање растворне па заостају, докле друге материје које су лакше растворне вода односи као и хемиске растворе.

Седимент у толико брже пада на дно у колико је тежи. Најфинији муљ најдуже лебди у води. У сланој (морској) води седиментација се врши брже но у слаткој. У топлој се депонује брже но у хладној.

По величини састојака разликују се три групе механичких седимената: пелити су од прха и муља; псамити: од зрнаца песка величине до 1 мм.; псефити: од већих комада било заобљених (конгломерати) било ћошкстих (бречије).

Механички седименти могу имати све врсте и степене слојевитости (стратификације). Одсуство слојевитости карактеристично је за копнене пелитске наносе и планинске, глечерске конгломерате и бречије. — Неправилно је и неједнако наслањање где буре или повремено јаке струје седименте разривају. — Правилно хоризонтално наслањање бива обично по дну великих резервоара од воде, по делтама великих река, по степама и пустињама. — Косо наслањање се врши на морскоме обалскоме појасу, на делтама малих река, на континенталним дунама и на вулканима. — Дијагонална стратификација постаје где јаки ветрови померају дуне или где јаке водене струје премештају спрудове те и појединим наслањама дају разне равнине таложења.

Највише механичких седимената постаје данас на копну и око њега конгломерати могу постати на обалама или сасвим уз обале. Псамити и пелити постају поглавито у континенталном појасу, врло ретко и врло мало у пелашкоме.

Б. Хемијски талози.

Хемиски талози постају на разним местима: у унутрашњости коре Земљине, око извора, у рекама, језерима и морима. Они постају или

непосредно услед чисто физичко-хемиских узрока или посредовањем организама.

Инфилтрационе воде (процедина) депонују у унутрашњости земљине коре своје растворе у разним облицима.

Очевидна је њихова улога у стварању минералнога накита по пеџинама. Када се вода расплине по дуваровима и по поду из воде се издваја и по њима нахвата калцитна облога, инкрустација; а када вода окапљује с тавана онда се по овоме граде висуљци, сталактити, и завесе; а по поду стубићи и столићи, сталагмити. Већина је пеџина у кречњацима, те воде које им дају накит носе калцијум карбонат, који се талози у опште као калцит, а на Антипаросу као арагонит. Пеџине у стенама од гипса окићене су кристалима гипса. У Алпима има шупљина које су обложене горским кристалом; а у области Мисисипе: пиритом, галенитом и сфалеритом, то јест сулфидима гвожђа, олова и цинка. Ова чињеница оправдава мишљење, да су многе рудне жице постале из раствора металних једињења.

Ако по поду пеџина има комада стена онда се ту гради кречњачка бречија; а ако ли има костију од пеџинских животиња онда: коштана бречија.

Ако кречне инфилтрационе воде пролазе кроз растресити материјал, оне га цементују и претварају у чврст вапновити конгломерат. Цемент је овде хемискога порекла. — Када се у неком гвожђевитом раствору концентрисао гвожђевити састојак и слемло зрна песка онда постаје гвожђевити пешчар. На сличан се начин данас гради особити пешчар, алиос, близу испод површине земне у песковитим и шљунчаним равницама, у дунама и т. д. У овом случају зрна кварцнога песка слемљују се (аглутинишу) органском материјом и хидратом фероксида и то у дубини у којој лети наступа испаравање процедине. Тако се често близу до рудине створи читав чврст слој који смета биљу да пушта корен у дубину.

Извори износе на површину и депонују кречне, гвожђевите и кремените талозе.

Најмоћнији су склади кречног бигра. Овај се сири из кречних вода. То је кречни туф, врло је лак јер је шупљикав. Нагомилао је врло често око траве, маховина и алга, која тела присуством својим не само увећавају површине за испаравање воде, већ убрзавају депонување калцијум карбонат и тиме што из растворенога бикарбоната усишу један део угљене киселине. — И у топлим водама биљке имају слично дејство, то јест издвајају из њих кречњак (травертин).

Из чувенога врела у Карлсбаду издваја се арагонит и пизолитни агрегат особене, треће врсте калцијум карбоната, коју је А. Лакроа описао и назвао ктинеит. — Влакнасту структуру има онај бигар који инкрустује влакнасте алге (Мамутски Извор у Јелостон Парку); лиснату структуру има онај, који се као љуспаста скрамица, нахвата прво по површини воде у плитицама и малим басенима, па затим пада на дно. — Кугличаста је структура талоза из оне воде кроз коју су многи мехурићи струјали и стварање вапненога омотача изазивали или се вапнац наслагао око зрна песка.

Где су кречни извори врло јаки и вајкадашњи, ту су се око њих наградиле повисоке купе, плоче, терасице, склади, сливови од бигра. У многим од њих има остатака од животиња дилувијалнога доба, док модерни талози бигра садрже остатке данашњих сувоземних животиња и биљака.

Белуткова (силициска) сига постаје из извора у којима има много растворене силиције. Ти су извори обично с топлим водом, јер ова када је под великим притиском раствара силицију више и брже но хладна вода, а депонује је: када се вода ослободи притиска и разлађује, или испарава, или дође у додир с неким другим раствором, а најбрже под утицајем алга. Највеће масе белуткове сике скаменише се из некадашњих термоминералних вода. У овој су стени сада отворени мајдани воденичнога камена јер је она чврста, и са оштрим шупљикама те за жрвње подесна. Данас се ствара око Гејзера и то у великим масама (гејзерит). Пизолитна структура и овде је врло честа.

Гвожђевите руде постају из извора у којима су растворени карбонати гвожђа, а тако исто и у кижам и барицама са гвожђевитим растворима. Седимент не постаје непосредно већ услед доста сложеног хемискога процеса и уз суделовање биљних остатака, феробактерија и дијатома. И ове руде гвожђа имају често оолитну и пизолитну структуру. Али пизолити гвожђа могу постати и концентрацијом њихових хидроксида приликом растварања кречњака у којима је било примесе гвожђа и глине. Исто се ово дешава и са растворима мангана.

Слани извори доста су чести и сољу богати; али се ова из њих издваја ретко кад непосредно и тада само у врло малим количинама. Има их и у зони пустиња, али се и тамо со не талози око таквих извора. Само се у тропским пределима за време велике жеге и суше дешава да се слана вода за неко време згусне као каша, па се из ове по нешто соли талози.

Има и других минерала, као на пример жива, који цостају из извора али су они без значаја за Петрогенију.

У рекама је хемиско таложeње врло незнатно, докле год оне мирно теку ка своје ушћу. Приметно је пак таложeње сиге, травертина, на водопадима јер се ту вода разбија у капљице, испарава, па из ње ветри угљендиоксид.

Обична језера немају знатних раствора, па у обичним приликама нема у њима ни хемиских творевина. У сушним пределима и пустињама, где је јако испаравање и концентрисање раствора, у језерима се таложе она минерална тела, која се највише у њима налазе.

Највише су у језерима растворени хлориди натријума и магнезијума, те у њиховим талозима превлађује куњска со. — Ређа су натронска содна језера; у овима поред соде има и куњске соли. Још су ређа бораксна језера, у којима поред боракса опет има и куњске соли; за боракс се мисли да је исконскога порекла.

Садашња се слана језера могу поделити у ове три групе:

1. права слана језера чија је вода само слана а не и горка, и садржи поглавито хлориде натријума и магнезијума; пример: Мртво Море, Велико Слано Језеро у Утаху;

2. горка језера, чија вода садржи сулфате натријума (Глауберова со) и магнезијума (епсомит); примери: на Суецу, у басену Арало-каспискоме и Западној Америци;

3. содна језера која имају много натријума карбоната и бикарбоната.

Вода у Мртвоме Мору на 1000 делова има 251 део соли, највише натријумове и магнезијумове. У њему се таложи глина са гипсом и 20% хлорида. — На Суецу је нађен склад слојева од 13 км. дужине 5 км. ширине и 13 метара висине; он је сложен од многих танких слојева соли растављених танким слојевима земље, која се таложила када је поводањ с пролећа доносио више муља те прекидао таложeње чисте соли.

Најгушћи је раствор соли (33%) у језеру Ван у Јерменској. Интересно је једно слано језеро у Мађарској (Hlyes=Медвеђе Језеро у Комитату Марош-Торда) чија је вода и лети и зими у дубини топла, врло слана и мирна, те се из ње прилично соли издваја. Мисли се да по дну овога језера извире слана топла вода.

Сем поменутих материја у језерима се депонују и вапнене у облику креде и кречњака. Највише је сиге заостало по дну оних језера чија је вода испарила услед јаке припеке и суше. Крај обала Сланог Језера у Утаху гради се оолит из калцијум карбоната, што га при-токе доносе.

Сложене хемиске реакције дају местимице гипса и доломита.

Море. Као утока свију речних раствора и као резервоар, који од искони садржи много соли, требало би да је море средиште највећих

хемиских творевина. У ствари море то није, јер оно није неки засићени раствор. Требало би, на пример, да испари до пола, па да се куњска со тек почне издвајати; а треба да се сведе на $\frac{1}{10}$ своје запремине, па да у њему настане интензивна кристализација соли. Морска би вода могла, дакле, садржати још много више растворених материја, а да не буде засићена. Стога не може бити непосредног хемиског таложeња у ономе мору, које је у широкој вези са Океаном.

Таложeње соли у широком мору може бити само онде где наступе извесне хемиске реакције, које мењају састав морске воде и изазивају депоновање соли и у морским затонима, који су периодично и непотпуно затворени и у којима врела клима убрзава испаравање. Најчувенији је за то пример Карабугаза у Каспискоме Мору у који морска вода придлази једним врло плитким и узаним каналом; ту вода као у неком котлу испарава, концентрише се и депонује Глауберову и куњску со. — Сличне се појава виде у лиманима Бесарабије и у солиштима поред Јадрана, Средземног Мора, Атлантског Океана и т. д.

Хемиско таложeње кречњака у виду оолитнога песка примећено је у обалској зони Црвенога Мора, пред Суецом, на обалама Синајскога Предгорја, на обалама Флориде. Али се још нису докучиле све прилике стварања ових маса, те постоје о томе разна тумачења: да ли је то таложeње непосредно или бива под утицајем организама или око зрнаца песка.

Најпростији процес таложeња карбоната бива тамо где морска вода садржи много калцијумових соли, а изложена је брзome испаравању. У оваквом случају калцијум-карбонат може да се таложи и даље од топлих предела; на пример, на обалама Данске, Енглеске и Француске из морске воде издваја се калцит, који цементује шљунак, песак или дробину од шкољака, те постају конгломерати, пешчари или лумакеле. Стварање чврстих стена аглутинацијом песка или поломљених љуштурица види се на врло много места по обалама Средземнога Мора, особито поред Алгира и Сицилије. На обалама Јадрана преко магнезискога кречњака хвата се сјајна кора од особите врсте калцијум карбоната, пелагозита (у коме има 92% калцита, 1,22 силиције, а 4,56 воде мало соли и карбоната магнезије). У тропским морима, на пример око Антила и Гваделупа, сада се стварају стене у трошним масама и тако рећи на очиглед. Чувени су мајдани морскога камена за зидање на обали Гваделупа, у којима сама природа брзо накнади повађени камен. Ту се нагло нагомилавају љуштуре шкољака, комади мадрепора, а и вапнени цемент што их претвара у бречаста камен. Тај брзотворни камен Црнци зову: „Добри Бог зидар“.

На коралским острвима хемиски преципитат слемљује дробину органогенога порекла. Нови производи јесу, дакле, резултат радње органогене, механичке и хемиске.

У топлим морима растворени магнезијум-сулфат нагриза кречне стене на обалама особито ако су од арагонита, као што су на коралским острвима; па у узајамној реакцији постају анхидрит и доломит. Ово може бити у затвореним плитким басенима, који су изложени јакој сунчаној ватри.

У Црноме Мору талози се калцијум карбонат услед тога што органска материја разлаже калцијум сулфат у његов сулфид и угљендиоксид, из којих после постаје сумпор-водоник и бикарбонат калције, који се најзад депонује као прост карбонат.

Абисални хемиски седименти то јест они који постају далеко од обала и у великим дубинама (дубље од 1000 метара), заузимају огромно пространство у Океанима. Они нису дебели јер се врло споро таложу. — Као главни хемиски производ у пучинама Тихог и Индискога Океана сматра се црвена глина. Мисли се да је она постала утицајем морске воде на гвожђевите вулканске и космичне материје или на органогени кречни муљ. Вулканско градиво: пепео, песак, шљунак или излази из подморских вулкана или га са континента на вејава ветар као и осталу прашину, а морска вода разлаже то градиво па било оно кристаласто или стакласто. Ова дубокоморска црвена глина у главном је хидратисани алумосиликат. У њој има конкреција мангана и гвожђа, љуспица од разних минерала, од фораминифера и радиоларија, има зуба и костију од ајкула. Комади плућца по дну мора обложени су глинеом и манганском масом. Неки геолози мисле, да је велика хладноћа дубинских вода један од услова за стварање црвенога муља и да је та хладноћа настала услед разлике у Леденој Периоди, па према томе да црвенога муља није било у Океанима пре те периоде. Ову би претпоставку потврђивало одсуство таквих седимената међ слојевима који би се могли потпуно изједначити са садашњом абисалном глином.

Као резултат растварања у морској води рачунају се и зрна глауконита.

Сви марински талози садрже у почетку извесну количину слане воде, која после ишчезава при скамењавању.

В. Седименти од организама.

Врсте минералнога градива и остатака. — У органогене седименте не рачунају се они чије депонување организми само потпомажу, већ они

чије је градиво пре тога било саставни део живих организама, као што су, на пример, скелет животиња и целулоза биљака. Минералне материје које организми луче за своје потребе, а по смрти остављају као градиво за стене јесу: поглавито калцијум карбонат, силиција и угљенична јединења, а за тим сумпор и фосфат.

Фосфата има у костима свију кичмењака и у изметима од многих.

Сумпор луче сулфобактерије слатководне и морске.

Угљеник је изобилан у биљкама континенталним, у алгама језерским и морским. — Целулозе има и у неким животињама, у неким сунђерима (спонгин), мекушцима (конхиолин) артроподима (китин); али ови сасвим узгредно и врло мало доприносе стварању градива за стене.

Силицију луче морске и језерске дијатоме, а од животиња: радиоларије и силикоспонгије.

Калцијум карбонат луче неке биљке морске (флориде) и слатководне (карацеје, алге) и многобројни родови животиња, од којих неке живе само у мору (фораминифере, калциспонгије, антозое, хидроиди, ехинодерме, анелиде, брахиоподе, бриозое), а друге како у морској тако и у слаткој води (љускари, шкољке, пужеви), а најзад и сви кичмењаци.

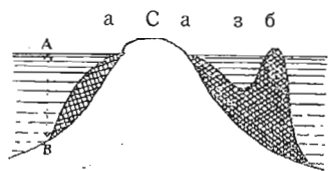
Кречно градиво треба, дакле, да прође кроз крв животиња или биљни сок одакле га организми могу усвојити и фиксирати. Мисли се да неке животиње, као на пример дебелокоре острице, могу да га излуче својим плаштом непосредно из морске воде.

Плитководи органогени талози. Кречотворни организми живе у морима у огромним колонијама и граде велике масе кречњака. У морској води растворенога калцијум карбоната нема тако много да би га животиње ласно непосредно фиксирале; с тога се мисли да ову материју организми производе из калцијум сулфата, којим је та вода богатија. Организми би били кадри да сулфат претварају у потребни им карбонат, особито када у води има амонијум карбоната. Овога пак има доста у водама јер постаје екскрецијама у животињама и трулењем беланчевине из организама. Ово бива у свима морима, — у тропским топлим водама више но у хладним. Стога у тропским морима кречотворних организама у опште има више но у поларним и у дубинама мање но у плићинама. Стога кречотворни корали успевају само у води бистрој, умерено сланој и топлој изнад 20°, а до дубине највише 37—40 мет. Стога, најзад, у истом племену шкољака дебелокоре развијају се у топлим, а оне са танком љуштуром у хладним водама.

По организмима од којих су постали вапнени су седименти: коралски, хидрозојски, бриозојски. Они се таложу поред спру-

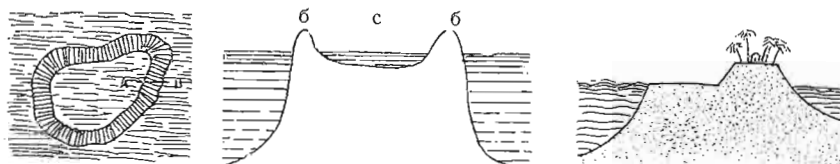
дова, банака, острва што их изграђују колоније истоимених животиња. — Овде се могу уврстити банци и спрудови од љуштура шкољака и пужева. Уз њих иду и творевине од кречних алга.

Геолошки су онајзначајнији коралски кречњаци који су се вероватно стварали као и данашњи по спрудовима и острвима од корала. Данас се они појављују у тропским морима као бедеми око обала острва или као баријере одмакнуте од острва или као прстенови, атоле, који обухватају језеро морске воде. Сл. 33. и сл. 34. А. В. С.



Слика 33. представља пресек једног коралског острва С уз које су развили банци корала а а и баријере б, растављене од острва заливима разних ширина з.

зарубљена равна обала од стране Океана и узвишени бедем на ком палме расту на унутарњој страни спрам залива. Да су атоле могле постати улегањем морскога дна сведоче коралски кречњаци,



А.
Изглед озго.

В.
Пресек целог атола.
Слика 34. Атол.

С.
Пресек прстена по АВ.
у слици А.

који су нађени бушењем Атола Фунафуги у Јужном Мору на дубини од 400 м. на којој корали нису могли живети.

По Муреју ови, на дубинама нађени, примерци коралскога кречњака произлазе од комада обурваних из виших региона живих корала; а атоли су се развили на ободу кратера угашених подморских вулкана.

По трећем мишљењу, Агасица и других, корали су се настанили по спрудовима за њих повољних дубина; па су колоније животиња кржљале и изумирале у средини, јер им није придолазило довољно хране, колико су је имале колоније по ободу, које су се одржале и успевале, док је у средини над изумрлим остацима животиња остала само вода.

Све су ово остаци из фауне бентоса, то јест оне која се развија у плићим водама и ближе обала, било то по дну мора или близу до дна. Творевине су ове доста моћне, али не захватају онако широке области, као посмртни остаци планктона, који падају као киша са целе површине Океана у његове дубине.

Дубински органогени талози.

Седименти планктона облажу половину океанскога дна, поред раније поменути зоне црвене пелашке глине. Они су именовани по главним редовима планктонских организама од којих су: глобигерински муљ (са коколитима и рабдолитима од алга) птероподски муљ, дијатомејски муљ, радиоларски муљ. Прва су два вапновита (са 30 до 90% калцијум карбоната), а друга су два рожна, поглавито од силиције и глине са мање-више других примесака.

Спуштајући се у дубине морске воде кречни се остаци у њој скоро сасвим растварају ако тону до 5000 мет.; а силикатни доспевају и у највеће дубине, али по мало нагрижени.

Организми са рожним скелетом, од којих се нагомилава дијатомејски и радиоларски муљ, успевају добро само у хладним морима и у мутљагу, на супрот вапновитим организмима (са глобигеринама и птероподама), који траже топлију и бистрију воду, те се њихов муљ шири само по дну тропских и субтропских океана. Али ни у хладним и небистрим водама нема довољно растворене силиције, већ је организми морају лучити из силиката, у првоме реду из глине. И огледима је доказано да дијатоме могу одиста да силицију узму из глине. Дијатомески муљ распрострањен је у антарктичним регионима Тихога Океана, где је вода разблажена глечерима и атмосферским падежима. — Радиоларски муљ распростире се по дубинама од 4000 до 8000 м.; он бочно прелази у абисалну црвену глину.

Рожних талоба има и у плићим водама; тако на пример од нагомиланих бодљика силикоспонгија постају спонголита.

Фосфатна се материја налази као мала примеса пелашким седиментима органогенога порекла, а и у црвеној глини. Мисли се да произлазе из измета (копролита) морских риба. Могу постати и трулењем других органских остатака, који падају на дно мора. Фосфати се често концентришу у зрна и квржице, често и у зрна глауконита.

Ограничене су али доста моћне масе измета птичијих, које се нагомилавају на неким острвима и по приморју без кише, (гуано у Перу итд.). А када има кише па се њена вода процеди кроз гуано и кроз кречњак испод њега, онда се и овај претвара у фосфат креча.

Биљни остаци. Материјал из кога ће да постане угља производ излази од разних биљака и нагомилава се у разним срединама под разним приликама.

Сапропел се зове муљем помешана пачаста материја, која постаје распадањем организама у барама, мочварима, шумским цретиштима, плитким језерима и заливима. Осушен гори доста лако.

Од разних барских биљака, нарочито од маховина *Sphagnum* по висинама, а *Hurpuit* по дољима, када се ове на своје месту под водом угљенише, постаје тресет. У баруштинама се често преко воде створи читав застирач од маховина (биба, жмиравац), на коме ниче доста зукве, рогоза и других биљака, чији горњи делови живе, дебљају и напредују, а доњи падају на дно, где се под утицајем бактерија у разне степене угљенишу.

Биљна влакна која остану мање угљенисана, провлаче се кроз потпуно распаднуту, мрку, земљасту угљенисану материју, у којој се граде хумусна и улмична киселина. Мисли се да се угљенисање једне тресаве прекида када се у њој створи много угљене киселине, јер ова трује микроорганизме који подстичу превирање целулозе. Због тих киселина тресет сузбија микробе; стога су се у тресавама могла одржати нераспаднута тела утопљених људи и животиња. Има пак тресави са алкаличном реакцијом; то би значило да хемиски процеси нису једнаки на свима местима и у свако доба, а то, долази можда, и од разних врста бактерија које у њима суделују.

Тресаве се стварају највише у областима умерене и хладније климе; у тропима су врло ретке можда за то, што је на тамошњој топлоти распадање биљних остатака брзо и потпуно.

У мочварима топлих области, на земљишту непропустљивоме и без отоке, супротно тресетиштима, ствара се данас градиво лигнита. Леп је за то пример у Грозној Бари између Виргиније и Северне Каролине.

У нека језера Канаде реке доносе велике сплавове дрвећа, које се по дну меша са песком и глином и угљенише се.

У приморској великој зони Севернога Леденога Океана расте особена флора трава и маховина која се зове тундра. У тим најхладнијим пределима, који се протежу од Финске кроз Северну Русију и Сибир, Аљашку и Арктичну Америку, у којима је лето врло кратко, а зима врло дуга и без светлости, као ноћ, — ваздух има доста влаге, а земља је дубоко промрзнула. Ту се на површини тла у тундри ствара хумусна материја, која у дубини прелази у тресетну масу са врло мало минералних делића. Распадање биљних остатака иде врло споро, па у њима има доста и нераспаднутих делова.

Данас дакле, постају биљне творевине које одговарају тресету и лигниту. Друге врсте угљена производ су дијагенезе и метаморфоза.

IV. ДИЈАГЕНЕЗА СЕДИМЕНАТА.

Равлике измеђ талога и стена. — И ако се садашњи седименти по минералној природи својој подударују са седиментним стенама, ипак има међу њима неколико разлика, које казују да се на сталоженоме градиву морају прво извршити неке измене, па да од њих постану праве стене. Стене су збијеније, чвршће, но одговарајући им данашњи талози; из морских талога настале су соли, а из органогених грађе нестају органске материје. У хемиским талозима често се мења и молекуларни склоп и јављају нова једињења и примесе. Те промене имају разне узроке, а називају се дијагенеза (претварање) седимената; а када има промене и саме материје онда се то чешће зове метасоматоза. Из ове групе појава под именом метаморфоза обично се издвајају оне промене што их на стенама врши велики притисак у земљиној кори и велика унутарња топлота. Метаморфоза седиментних стена наступа доцније, пошто су стене консолидоване; а дијагенеза почиње на талозима одмах, још у водама у којима су се они накупили и под истим општим приликама.

Дијагенеза је, на пример, збијање, стврдњавање, згрушавање, скамењавање и цементовање растресите грађе стена. Ту долазе и случаји њенога непосреднога растварања и прекристалисавања. Дијагенеза је и обично угљенисање биљнога наноса без суделовања стране топлоте и притиска. Као појава дијагенезе може се сматрати и претварање снега у глечерски лед.

Стврдњавање талога који су у почетку меки, влажни, порозни бива: када се осуше, када се много нагомилају те горњи притискују доње или се изложе другом неком (орогеном) притиску, или када се у празнине између његових делића утисне неки лем. Седименти у океанским дубинама веома су меки и водњикави, и споро се збијају мада су изложени великоме притиску водене масе Океана. Континентални талози, пак, дају примере врло брзога очвршћења, на пример спрудови песка на ушћима неких река. У Наталу песак у сушним годинама тако се скамени да се њиме може зидати; а на Малдивима кречни песак на ваздуху толико се скамени да се тај камен тешко теше. Код Суеца трошне љуштуре слеме се помоћу морске соли, која постаје када је јако испаравање. Велике површине морских талога скамене се када се цементују.

Цементовање талога у ужем смислу јесте онда када им се цемент ствара под утицајем хемиских промена на морскоме дну. Меки муљ

креде претвара се у чврсти калцијум силикат под утицајем ма и слабога раствора алкали силиката. — На жалу, при великоме одливу, за време јаке сунчане припеке, банци песка и шљунка скамене се негде са рожним скелетом, негде са гвожђевитим, а најчешће са вапненим цементом. Ту постају пешчари рожни, гвожђевити, вапновити.

Хемјска дијагенеза. Хемиске процесе, услед којих се морски талози промењују, изазивају и организми. Њиховим распадањем у горњим слојевима црвенкастога муља фероксиди се редукују у сулфиде; од којих тај муљ поплаветни (плава глина у зони теригенога муља). Океански црвени муљ и црвена глина не мењају боју, јер немају довољно органске материје за редуковање оксида гвожђа. Распадању органских материја у теригеним седиментима и сложеним хемиским процесима приписује се стварање глауконита, фосфата, гипса.

Делимично скамењавање морских талога врши се често у виду конкреција, то јест локалнога нагомилавања материје која је раније по целој седименту била више мање равномерно распоређена. Мисли се да то концентрисање минералне материје могу проузроковати и бактерије; то је вероватно тамо где се хемизам јавља у присуству са органским материјама. — Кречне конкреције граде се данас на врло много места у разним водама и седиментима и у разним облицима. Фосфатне конкреције образују се у теригеним и пелашким седиментима; тако исто и манганске и гвожђевите конкреције у абисалним зонама (манганске и зеолитске) приписују се дијагенези вулканске материје, од које је постао црвени океански муљ.

Растварање. — Дијагенеза је и када се неки седимент раствори одмах пошто се депоновао или делимично или сасвим; на пример, кречне љуштуре многих мекушаца и кости кичмењака врло се ласно растварају у морској води пошто животиња угине. Растварају се по мзлу и рожни скелети. Растворени калцијум карбонат или силиција или и друга која материја, могу да на ново кристалишу по шупљинама још дробнога седимента. И то је нека врста цементовања ове дробине. Растворене материје могу да се депонују по шупљинама костура и љуштура (петрификација) и по шупљинама стена (геоде конкреције, и т. д.

Дијагенеза механичких седимената. Најглавнији резултат овога процеса јесте спајање дробних делова у целину. Веза која слемљује те делове може бити вапнена, гвожђевита, силициска или која друга. Један исти слој дробине на својим разним остојањима, може бити слемљен

разним материјама, и то како по дужини тако и по дебљини. Највеће су варијације на пешчарима. Многобројни варијетети њихова градива, који се данас стварају, имају својих представника у слојевима земље. Када силиција цементује зрна кварца дешава се да прима њихову кристалну оријентацију, те ови изгледају као да су се допунили; оваквом дијагенезом постаје кристалисани пешчар. — Дијагенезом могу кристали и других минерала да се регенеришу, да допуне своје кристале и порасту.

И организми могу да допринесу цементовању трошака. У Кварнерском заливу, спрам Ријеке, једна алга (*Echnomenia*) спаја зрна у талогу те од њега постају каменце велике као песница.

Од разних конкреција које се налазе у механичким седиментима највише су распрострањене и најпознатије су вапнене конкреције у лесу, и гвожђевите у глинама које су по негде, на пример у латериту тако изобилне да се као руда гвожђа сматрају.

Дијагенеза хемиских талога представљају два главна процеса: стврђавање и прекристалисавање скоро створених талога. Си а, бигар и други варијетети слатководнога вапнаца очврсну чим на ваздуху неко време постоје. — Скамењавање оолитних зрнаца почиње образовањем од њих омањих па све већих плочица, услед почетка слемљавања оолитних зрнаца. Даљим цементовањем те плочице расту, зближују се и састављају у слојеве и банке уметуте измеђ још растреситих зрнаца оолита. Пример прекристалисавања пружа калцијум сулфат, који кристалише прво као анхидрит; а када кроз њега прође слатка вода он се претвара у гипс.

Дијагенеза органскога градива састоји се како у петрификацији појединих организама (шкољака) тако и у променама читавих наноса органогених материја.

Окамењавају се (фосилишу) највише они организми, који у својем телу имају целулозу, калцијум карбонат и силицију.

Дијагенеза целулозе јесте за људство најважнија међ свима, јер она ствара угљ. Та трансформација биљне грађе бива ван домашаја ваздуха, а под утицајем бактерија. При томе кисеоник и угљеник граде угљену киселину; највећи део водоника издваја се са кисеоником као вода, а са угљеником као метан (барски или руднички, мајдански гас). Стога, биљни остатак садржи све мање кисеоника и водоника но што их беше у целулози, а угљеника сразмерно све више но у њој. То је основни процес стварања угља. Он иде поступно; теориски би се он завршио онда када би од целе биљне материје остао само угљеник. Разни ступњи угљенисања представљени су просечним процентом

угљеника: у тресету (до 60%), лигниту (до 70%), каменом угљу (80—90%) антрациту (94%). — Са овим процентом иде упоредно и све веће збијање биљних влакана; па се она у јако карбонисаној целулози и не распознају.

Целулозу могу да импрегнишу друге материје: као калцит, силиција, глина, те се тада у једноме примерку негдашње биљке нађе угаљ и кречњак или угаљ и глина и т. д.

Претварање органогених вапнаца јесте врло разнолико, јер су они врло разноврсни. Садашњи талог од кречних алга рода *Lithotarnium* може да изгуби сву органску материју и да постане скроз и сасвим аорганиски, као што су у терцијерноме терену. Угљена киселина што ту постаје распадањем биљне материје (алга) раствара фитогени кречњак и овај прекристалисава у једри кречњак без органске структуре. Кречна маса коралске колоније, која је врло трошна и пршљава док има живих корала, очврсне чим ови изумру. — Ситнопорозни корал *Porites* изгуби прво своју карактеристичну коралску структуру, постане сахароидан, па за тим сасвим једар. На полуфосилним коралским кречњацама виђају се лепи примери поступнога прелаза шупљикавога скелета у збијени, кристаласти кречњак.

Доломитисање вапнаца. — Коралски спрудови често се по ободу своје доломитишу под погодбама које још нису довољно познате. Може бити да томе доприноси испаравање морске воде и њена концентрација, која олакшава неке реакције измеђ састојака у води; тада, на пример, може хлормгнезијум да утиче на кречњак и да га делимично претвори у магнезијум карбонат, којим се кречна маса доломитише, а калцијум хлорид улази у раствор. Могуће је, даље, да и овде суделује агент распадања организама, то јест да се утицајем бактерија из морскога магнезијум сулфата преципитује магнезијум-карбонат потребан за доломитисање.

Коралски кречњак претвара се у гипс под утицајем сумпоритних вода.

Силицисање органогених вапнених наслага јесте такође једна дијагенеза. Примери су: претварање кречне љуштуре у рожну; импрегнасање кречњака силицијом; постанак кремена од сунђера у Креди; нагомилавање рожне конкреције око фосила или у њиховим шупљикама; — али ове последње појаве нису садашње, те је тешко поуздано рећи од куда им силиција.

Није решено ни питање о стварању морских, гвожђевитих маса са организмима и оолитима.

СТВАРАЊЕ ЕРУПТИВНИХ СТЕНА.

1. ГРАДИВО.

Порекло. И код еруптивних стена обично се прво пита: одакле им је градиво, какво је, како је доспело до свога садашњег лежишта, како се и где скамењавало, је ли се и како после тога промешало.

Градиво еруптивних стена налази се од искони у великим дубинама испод површине Земљине, испод коре њене или у самој кори; свакојако у дубокој унутрашњости. Отуда је и назив ендегене стене. Тамо оно лежи у стању усијаноме, течном, кашастоме или густом као тесто; то је магма. Та се каша може сматрати као растопљена смеша врло разних оксида, међ којима превлађује силиција, те се при консолидацији граде поглавито силикатна једињења, силикати.

Из основне магме, која се узима као заједничка прамајка еруптивних стена, издвајају се поједине масе у којима се врши кристализација минералних агрегата, било већ у самим резервоарима магме, било за време преноса кроз кору, било када изиђу на површину.

Подробно изучавање свију спољних појава, које прате избијање дубинских маса на површину, спада у Вулканологију. Петрогенији је, пак, главни геолошки предмет: еруптивна магма, процеси њенога диференцирања, кристалисање појединих састојака у њима, скамењавање целог агрегата, промене које еруптивне масе изазивају за време свога стварања и премештања и промене које саме у себи подносе.

Хемиски састојци. Сви познати хемиски елементи могу се наћи у магмама. Али главни састојци стена јесу од релативно малог броја хемиских једињења. То су понајвише: оксиди силицијума, алуминијума, гвожђа, калцијума, магнезијума, калијума и натријума. — Ређи су оксиди фосфора, титана, циркона, бора, мангана. — Угљене киселине и воде има доста само у распаднутим стенама. Везане воде има прилично (до 10%) само у вулканскоме стаклу, пехштајну. — Највише има силиције, до 80%; али њена количина може да спадне и испод половине тога.

Већина оксида гради минерале сложенога хемискога састава, а мањина минерале простог састава.

Минерални састојци. Од 1000 до сада познатих минералних врста сразмерно је мали број оних који су дали главну грађу за стварање еруптивних стена.

То су кварц и силикати. Од силиката најважније су ове групе: Фелдспати. а) *қ*алиумови: ортоклас и микроклин;

б) натрон-калцијиви: анортотоклас и плагиокласи: албит, олигооклас андезин, лабрадор, бутонит, анортит.

Фелдспатоиди: нефелин (елеолит) леуцит, мелилит.

Лискуни: мусковит, биотит.

Амфиболи: хорнбленда, нефрит.

Пироксени: аугит, дијалаг, хиперстен, диопсид. *енциклопедија*

Оливин, антигорит, серпентин, талк и хлорит.

Гранат, епидот, турмалин.

Апатит, титанит, магнетит, пирит.

По већој или мањој улози ови се састојци могу овако груписати: битни су: кварц, фелдспати, фелдспатоиди, лискуни, амфиболи, пироксен, оливин. — По приближном израчунавању релативних количина битних састојака у еруптивним стенама највише има фелдспата (скоро 60%) па феромагнезиских минерала (хорнбленде и пироксена, скоро 17%), затим кварца (12%) и биотита (до 4%); остали проценти (7—8%) долазе на споредне и случајне састојке.

Споредни су, али стални: апатит, циркон, магнетит.

Случајни, али карактеристични: титанит, илменит, хематит, ортит, рутил, каситерит. — Њих по кашто замењују: турмалин, мелилит, содалит, канкринит или гранат и кордијерит.

По боји минерала уобичајено је говорити о белим или безбојним, као што су кварц, фелдспати и фелдспатоиди, и о бојеним састојцима где спадају феромагнезиски силикати: лискуни, амфиболи, пироксени, оливин. Па по томе се и стене називају: леукократе, оне у којима превлађује прва група састојака, и меланократе, оне у којима превлађују загасито обојени састојци.

По топљивости минерални састојци еруптивних стена могу се поделити на ове две групе:

I. минерали који се топе на високој температури, али и у природи и вештачким путем ласно постају из својих сувих растопа без помоћи нарочитих кристалотвораца. У ефузивним, вулканским, стенама то су: пироксен, оливин, базични плагиокласи и фелдспатоиди: нефелин, леуцит. И у дубинским стенама то су поглавито састојци базичних агрегата.

II. минерали који се топе на нижој температури, а кристалишу из влажних растопа уз суделовање воде, минерализатора (хлора, флуора): амфибол (хорнбленда), лискун, кварц, ортоклас и кисели плагиокласи.

То су минерали, који и у ефузивним стенама постају у интрателурској периоди њиховој; то су главни састојци киселих стена: гранита и т. д.

Вајншенк би хтео да разликује и трећу групу: минерала пијецокристалације, који се стварају под особито јаким напоном у еруптивним стенама централне зоне Источних Алпа; то би били хлорит и серпентин, гранат, силиманин, клинозоизит, који су, по његовој претпоставци, примарни, а не секундарнога порекла.

По степену кристалације еруптивне стене могу представљати врло много ступњева од сасвим аморфне, стакласте, материје, као што су неки обидијани и перлити до потпуно кристалисаних агрегата, као на пример гранити. Прва група стена зову се хијалине, а друга холокристалисане стене. — Почети кристалације јављају се, наравно, у првој групи и скамењени дају хипокристалне стене. — Почети кристалације појединих минерала представљени су у оним особеним микроскопским кристалима, који су по својим облицима добили називе: глобулити, кумулити, маргарити, микроплакити, лонгулити (белонити) и трихити. Они нису доспели до минералашке индивидуалности, и разликују се од микролита, који су такође микроскопских димензија, али имају већ и правилне кристалне форме и кристалну структуру, па по томе припадају одређеним минералним врстама. — Мешовитога су карактера сферолити, јер могу бити: аморфни, полукристалисани, кристалисани; а ови последњи могу имати структуру једноставну, зрнасту, радијалну, концентричну.

II. ПРЕНОС ЕРУПТИВНОГА МАТЕРИЈАЛА.

Еруптивне магме пењу се из дубина у кору земљину (per ascensem, отуда им назив: аногене стене) под притиском коре на резервоаре магме.

Тај се притисак у Земљи јавља: када се услед хлађења кора скупља и повија по пиросфери, или када она улеже у дубине великих синклинала (геосинклинала) и допре до резервоара растопљене масе на коју притискује и у коју се делимично и стапа.

Превијени део коре пуца и пролама се, па ове пукотине и преломи олакшавају излаз дубинске магме навише.

Друга сила, која носи магму на више јесу гасови и паре, који се у њој држе абсорбовани док су под јаким притиском и на врелини; а из ње се издвајају, чим почне опадати температура и притисак, и у магми почне кристалација. Ослобођени гасови струје кроз житку масу и својом силином захватају и износе и њене делове, као што из сифона воде Селтерса гасна угљена киселина износи и течност.

Претпоставља се и то, да се велике пласе земљине коре од ње одваљују и упадају у резервоаре житке масе, па ову отуда навише истискују.

За неке се случаје учинила и ова невероватна претпоставка: услед хлађења и смањенога притиска запремина се магме толико повећала да тај вишак мора да се из свога басена прелива и на површину земље излива.

Пукотине кроз које еруптивна маса на више потиче или су резултат орогенскога пуцања и раседања земљине коре, или могу да постану услед силовитих експлозија гасова ослобођених из магме, што је и експериментом потврђено, када је експлодовао нитроглицерин под плочом каменом или стакленом.

Еруптивна магма може да прође кроз целу земљину кору и на површини да се скамени или да се консолидује у кори на извесној дубини испод површине. У првоме случају постају стене лавичне, (вулканске, ефузивне стене) изливи и сливови; а у другоме случају стене се зову подземне, (дубинске, плутонске, абисалне, плутонити). Измеђ обе групе стена има природне везе и прелаза.

Дубинске се стене испољавају на површини тек када су услед разних процеса откривене (денудација). Површинске, пак, т. ј. вулканске стене ласно су се разоравале и нестајале или су по стварању долазиле под воду и седиментима прекриване. Дакле, дубинских стена има много више, но што се на површини виде; а лавичних је стена на површини било много више, но што их се на њој до сада одржало.

III. СТВАРАЊЕ.

A. Производи обичних вулкана.

Из обичних, данашњих вулкана излива се лава и избијају њени разноврсни одломци (пирокластично градиво). Ерупција почиње ломњавом стене, која је запушила вулканов канал, и истурањем комада од тога запушача, па се наставља избацивањем већих и мањих делова, који се од лаве одвоје. Ови делови избијају из кратера у трошноме или мање-више пластичноме стању, па се после на пољу закамене, консолидују. Највећи су делови: крупнице, рипе и бомбе; средње су величине: лапили и песак, а најситнији је вулкански пепео.

Крупнице су шупљикаве, са кором шљакастом, а језгром кашто чак фанерокристаличним. Оне су често одваљене од лаве раније консолидоване у каналу.

Бомбе су облика јајастога са кором загаситом, наборитом, испуцаном, стакластом, а са језгром спужвастим, стакластим, ређе једрим. Сфероидни и крушкасти облик долази им отуда што избачене из кратера врте се у ваздуху; пукотине пак долазе од контракције при хлађењу. Враћају се најчешће у исти кратер или падају врло близу до њега. Бомбе се одвајају од киселих лава чешће но од базичних.

Лапили пак постају више од базичних лава. То је нека врста вулканског шљунка; омалени ћошкасти или заобљени комадићи са кором стакластом, а унутарњом масом често кристаластом. Они имају и одломке већих, видљивих фенокристала (аугита, леуцита, и т. д.) и стакласту масу. Падају по вулкану даље но бомбе, јер су мањи и лакши.

Вулкански песак има кристалиће фелдспата, леуцита, оливина, магнетита, који се стварају у лави, из које их силни бусови гасова отржу и избацују. Крупнији и тежи кристали падају натраг у кратер, а најлакши, као и пепео, иду најдаље. Вулкански пепео избија из кратера са стубом водене паре, која га узноси до највеће висине и развучи у познату вулканску „перјаницу“, из које после пада на подножје вулкана, а по некада и врло далеко од њега. Пепео постаје од лаве разбијене у најситније трошке, а врло ретко и од здробљених комада ранијих лава. Из течне се лаве пројектују на поље мале капљице, које се брзо скамене и то обично у виду љуспица и куглица од аморфне материје са или без микролита. У пепелу се кашто нађу и уситњени кристалићи са инклузијама и интерпозицијама других минерала. Пепео се ствара највише из базичних лава, јер су ове доста течне те их гасови лакше прожимљу и односе; бомбе се стварају из лава које су отпорније, а лапили из оних по средини.

И ако сви ови вулкански производи постају из лава, ипак нису са овима идентични. Састојци вулканскога песка и пепела разликују се од састојака лавичних стена овим особинама: у њиховим кристалима има много више стакластих инклузија и интерпозиција страних тела; у њима превлађује аморфна стакласта супстанција; поре су изобилне не само у маси већ и у кристалима; врло се често у њима виде трошни агрегати (прамени, лоптице, гомилице) микролита од аугита и магнетита. Ове особине указују да је консолидација песка и пепела била пре и брже, но што се она у маси лаве започела и продужила.

Туфови од вулканскога пепела и песка постају када се ови било на суву било у води збију, или се већ као врела каша (прпа, прпощка) из вулканскога облака низ вулкан сточи.

Пуцолан је збијени вулкански пепео.

Пловућац је брзо консолидовани, стакласти и спужвасти део лаве. На Липарима то није само један део лаве, већ је од њега читаво једно брдо. (Монте Пелато).

Палагонит је врло бизичан вулкански туф.

Лавичне стене. Усијана течна маса пошто се из вулкана излије окамени се као нека врста лавичне или вулканске стене са више разних минералних састојака.

Према могућем разном хемискоме саставу лава разни су и минерали који се у њима стварају. За приближно груписање узима се као мерило количина силиције у свима једињењима, па се према њој и оне и њени производи деле на киселе, средње и базичне лаве.

Киселе се зову оне лаве које имају силиције у излишку, те не улази сва у силикатна једињења већ се и сама за се минералише. Силиције имају преко 60%, а алкалија мало (од 1 до 5%). Оне су специфично лаке, густе као тесто, па се тешко разливају. Немају правога великога слива, већ су од крупица и грудва, које се споро померају, без велике међусобне зависности и споне, и згомилавају се близу отвора из кога излазе. Када се комади разладе и споје постаје сува вулканска бреча. А када се доцније распадају и њихова дробина муљем следи, онда постаје блатна седиментна бреча. — Дужина овако густих лава обично је врло мала, до 300—400 м. А толика је и њихова дебљина. Само у случају ако изливање траје врло дуго, што ретко бива, — слив може да се протегне по 2—3 км.

У киселим лавама стварају се поглавито бели и безбојни састојци и то у знатном броју (леуократе), ако им температура није врло висока. А ако су врло вреле створиће се мало крупнијих, видљивих састојака (фенокристала); и остаће много магме у аморфном стању. Од наглога разлађења постаће гомила обсидијана. У обичним приликама консолидације од киселих лава постају риолити и дацити, трахити и фонолити. Риолити се данас стварају из лава на Липарима (Vulcano). Године 1771 ту је постао један слив риолитскога обсидијана од 400 м. дужине. — Неки трахити постали су недавно на Монте Нуово код Неапоља.

Али у опште узев, у данашњој геолошкој периоди густе киселе лаве врло су ретко излазиле из живих вулкана.

Средње или неутралне лаве зову се оне које имају 50—60% силиције. Оне могу бити довољно житке да дају праве сливове без прекида. Ако су врло житке теку подалеко од отвора, шире се, спљоште, стаје, па се брзо и разладе, скорубе, збрчкају. Обично, пак, толико су густе да се и оне не разливају далеко, већ се нагомилавају изнад канал кроз који су истекле.

Стене из ових лава обично су андезитске. У данашње, најско-рашњије творевине долази стуб или зубац од андезита који је изишао из вулкана Пеле на Мартиници. — Примери андезитских и лабрадоритских лава згомиланих у кубета виде се на Санторину и на Пантеларији.

Модерни су неутрални изливи опсидијана и палагонита на Америчким вулканима.

Базичне су већином лаве данашњих вулкана. У њима је количина силиције испод 50%, а алкалија од 10 до 30%. Тешке су и богате су феромагнезиским састојцима, па стога су загасите (метанократе).

Када им је средња количина и топлина, онда њихово извирање може да траје врло дуго, по неколико месеци, али тада извиру са брзином не великом. — Дебљина слива није велика. — Ни ове лаве нису потпуно житке, јер у дубини имају већ готових фенокристала, што значи да се температура и у дубини спустила довољно да може почети кристализација понеких састојака. Има у њима по мало и микролита, јер се и ови почињу стварати чим почне кретање лаве кроз канал. Стварање микролита врши се поглавито за време истицања и разливања лаве по површини. Они који постају за време истицања ситнији су од потоњих, недовршени, често су у стадијуму кристалита, јер је температура била већа и кретање брже, па је то ометало кристализацију. А микролити створени у заустављеноме сливу, на површини, потпуно су формисани и већи од првих.

Лавин слив разлађује се најбрже по горњој површини и по дну, до тла, преко кога иде. Стога се око слива свуд околно поступно гради кора, као згура (шљака), шупљикава, спужваста, а састављена већином од аморфне материје. — Та облога има површину камениту, рапаву, искомадану, или набориту и сјајну. У таквоме омотачу може лава задржати дуже своју топлоту и пластичност и кристализација се у њој наставља. Ако је температура лаве умерена, а лађење врло споро, онда ће се поред фенокристала створити доста микролита; ако ли је лађење умерене брзине, онда ће се поред микролита консолидовати и један аморфни остатак од магме.

Ако се у некоме котлу слије много лаве, на пример 10—15 метара дебљине, хлађење ту иде врло споро, па кристали друге генерације расту велики, до величине кристала прве генерације, те агрегат изгледа зрнаст, а не трахитоидан. У овоме случају може се десети да један млађи феромагнезиски минерал обухвати старије кристале фелдспата, и тако агрегат добије офитску структуру.

Ако лава при своме пењању не изађе на површину земље већ се утисне измеђ слојева и ту застане, стварајући интрузивне жице

или интрузивне слојеве, онда неће бити пројективних формација (бомба, лапила, песка, ни пепела); кристализација ће се вршити врло споро, те ће се друга генерација састојака изједначити са првом; пироксен ће, на пример, имати времена да се мирно развије у велике кристале који се слемљују међу собом, а и са осталим састојцима.

Тако постају зрнаста и офитска структура које су карактеристичне за интрузивне стене.

Због тога је допуштено претпоставити да су све дубинске, плутонске, стене интрузивне. Ово у толико пре, што има стена које чине прелаз од плутонских ка вулканским (долерити и дијабази).

При подморским изливима нема пројекција; по лави се нахвата кора, а унутрашњост кристалише мирно и потпуније но на ваздуху, те је структура агрегата зрнаста.

Најбољи представници данашњих базичних лава јесу базалти; а старијих: мелафири и порфирити.

Базалти, тефрити и аугитити консолидују се из лава на Азорским Острвима; леуцит-базалт на Везуву и Албану; нефелин-базалт на Везуву и Саро di Bove на Етни; анортит-базалт на Исланду и Антилима; содалит-базалт на Везуву. — Долерит на Етни.

Б. Подземне ерупције.

Плутонске стене кристалишу много спорије но ефузивне и са већим суделовањем и утицајем гасова и пара, јер се ови у дубини од магме не издвајају тако лако као при изливима на површини. Вероватно је да и већи унутарњи притисак помаже кристализацију било непосредно било посредно. Ова је у дубинским стенама потпуна; у њима нема аморфног остатка од магме.

У њима има минерала који не постају директно, простим хлађењем растопа, већ на њихово кристалисање мора утицати и неки минерализатор. Најактивнији минерализатори јесу: загрејана вода и водена пара, па онда бор, флуор, хлор, волфрам, молибден, чији се трагови виде на дубинским, гранитоидним, стенама.

Киселим магмама потребно је много минерализатора да би могле у дубини искристалисати, а базичним и неутралним стенама много мање. Ове се могу и вештачки репродуковати такве какве су; а гранити, кварцпорфири, риолити, трахити, не могу се добити синтетички просто из својих растопа, јер тако не могу постати њихови битни састојци (кварц, ортоклас, албит, лискун). Помоћу прегрејане воде добили су се многи минерали који из безводнога растопа не постају, — Стога је оправдано мислити, да су гранити њима сродне стене постали

из растопа кроз прожетих воденом паром, дакле да су хидатопирогене стене

Некада се мислило да су дубинске стене сасвим различне од вулканских, али су те разлике ублажене од како су на подземним еруптивним масама запажене особине структура, на пример порфиرويدне, која се сматрала за карактеристику неплутонских стена, и од како се нашло да су неки агрегати зрнасте структуре консолидовали врло близу до површине. — У осталом, и битни минерални састојци стена понављају се у једнаким удружењима у обема серијама стена. Свака врста дубинских стена има њој одговарајућу врсту међ ефузивним, само за две-три ефузивне стене још нису нађени плутонски еквиваленти (неке мелилитне и трахидолеритне стене).

Запажено је да је ефузивна стена нешто мало киселија од одговарајућег јој дубинског парника, и да је од њега нешто мало лакша, ако је и она потпуно кристалисана.

Дубину на коју је доспела интрузивна маса није могуће сада тачно одредити, јер би ваљало знати колика је била првобитна дебљина слојева над њом, а и време када се ерупција десила. Садашња дебљина покрива над њима варира врло много почев од површине, а могла је од самога почетка бити неједнака над разним масама. — Како магма може потпуно да кристалише и под малим оптерећењем, то не мора бити велика дубина на којој се консолидују плутонске стене.

Потпуно кристалисана стена на Санторину и холокристалисани трахит у Евганима постали су врло близу испод површине. Зрнасто је скристалисао нефелин-сијенит код Кеније (Источна Африка) и у самој крову од свога вулканскога пепела. Гранит код Христијаније могао је постати у дубини од само 600 м. Обична дубина старијих гранитских громада иде од 1 км. до 6 км., а ниво интрузије млађих лаколита до 3 км.

Обратно бива, да неке стене, на пример жице моншикита, и у прилично великој дубини задржавају особине ефузивних производа. — У многим ефузивним стенама има састојака, који се обично граде под великим притиском, на пример кварц.

Једна иста минерална врста може да варира према месту свога постанка. Ортоклас у ефузивним стенама јесте бистар санидин са доста натрона; а у плутонитима је мутан са врло мало натрона. — Хиперстен, енстатит и дијадаг у дубинским стенама имају много карактеристичних интерпозиција, а у вулканским су чисти од њих. — У минералима вулканских стена честе су ста-класте инклузије, а у дубинским — течне. — У кварц-порфирима има и једних и других инклузија.

Улога воде и гасова. Каша из које постају еруптивне стене није само један растоп оксида и силикатних једињења, већ је она у почетку прожета водом, угљен диоксидом и гасовима бора, флуора, и хлора под великим притиском. — Вода се истиче својом великом количином и својим великим дејством, тако да се и тиме смањује раздаљина између некадашњих теорија Плутонизма и Нептунизма.

Од воде су остале микроскопске инклузије у неким састојцима (у кварцу) еруптивних стена, а она може и да уђе у конституцију неких састојака (лискун). У неким вулканским или стакластим стенама (пехштајну) има воде до 10%, јер је овде маса тако брзо консолидовала, да из ње нису могли измаћи сви делови воде и гасова.

Издвајање воде и гасова из магме јесте једно од њених првих диференцирања; а то бива када опадну топлота и притисак и почне кристализација. — Издвојене паре и гасови могу да се задрже у пукотинама еруптивних маса па ту да утичу или на промену структуре (пегматит и литофизе) или да изазову промене у суседној стени (контакт-метаморфозе). — Еруптивне термалне воде доприносе стварању рудних жица, разлагању силикатних минерала (каолинисање, пропицитисање), док најзад не избију на површину као јувенилни извори, и ту не депонују остатак свога раствора, обично од силиције.

Такви извори данас су знаци некадашње вулканске радње. Њих има и поред садашњих вулкана, поред разних гасних еманација (хлорне, сумпорне, угљокиселе и т. д.).

Детаљи ових појава изучавају се у специјалној Вулканологији. Овде је вредно било само подвући важност хидро-пнеуматолитских акција при стварању и метаморфисању еруптивних стена.

В. Хипотезе о магми и њеноме диференцирању.

Прамагме. Врло разноврстан минерални састав еруптивних стена, које произлазе — како то вероватно изгледа — из једне заједничке усијане масе у Земљи, тумачи се неколиким хипотезама о основној магми и њеноме диференцирању.

Под диференцирањем се подразумева збир свију хемиских и физичких процеса, који доводе до делења и раздвајања првобитне магме и до стварања из ње разноврсних минерала, а стим и до стварања познатих нам еруптивних стена.

Прва хипотеза замишља, да постоји једна заједничка прамагма, из које се одвајају многе разноврсне магме за разне врсте стена. — Друга је, да постоје бар две оделите и разне магме, чијом се смешом граде почетне материје за еруптивне стене. — По трећем мишљењу, једна прамагма продирући кроз стене стапа их и асимилује, па тако од разне руке измењена даје разне еруптивне производе.

Хипотеза о једној прамагми најстарија је и најопштија. У Петрогенији су је применили Пуле Скроп (1825. год.), Дарвин (1844.), Дана (1849.) и Ј. Рот (1869.); а у модерној Петрологији разрађивали су је Розенбуш, Идингс и Брегер. Та је хипотеза названа диференцијација прамагме. Али реч диференцијација има општији значај но што је овде узет, јер у свима случајима постајања еруптивних стена има извеснога диференцирања магме. — Другу је хипотезу смеше поставио Бунзен (1851.), а прихватили су је С. фон Валтерхаузен (1853.) и Дироше (1853.), а у модерно доба разрадио је Мишел Леви, који је заступао и теорију асимилације.

Хипотезу једне прамагме највише је доказивао и распростирао Розенбуш. Он је поставио и формулу хемискога састава прамагме, израчунав просечни резултат из 880 анализа стена. По томе рачуну у земљиној прамагми било би: $\text{SiO}_2 \dots 58,59\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 \dots 15,04$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \dots 3,94$, $\text{FeO} \dots 3,48$, $\text{CaO} \dots 5,29$, $\text{MgO} \dots 4,49$, $\text{K}_2\text{O} \dots 2,90$, $\text{Na}_2\text{O} \dots 3,20$, $\text{H}_2\text{O} \dots 1,96 = \text{Свега } 98,89$.

Али су извршни геохемичари (Рот, Фуке, Циркел) на тај резултат ставили ове примедбе: да су одабране хемиске анализе извршене по разним и непрецизним методама, те су и резултати неједнаке тачности; да с подједнаком важношћу на добивен резултат утичу стене које су врло мало распрострањене, као и оне које имају највеће географско и геолошко распрострањење, и да никаквог рачуна није вођено о асимилованим седиментним стенама. Према томе, ни полазна тачка, то јест прамагма, није добро карактерисана, па неће бити сигурне ни карактеристике секундарних магми, које су постале диференцирањем.

Карактеристика диференциране магме јесте, по Розенбушу, једно „језгро“ металнога силиката, које се даље редуковати не може. Он је у почетку разликовао шест главних таквих типова, и по њима поставио ових шест диференцијалних магми.

1. магма фојајтска, у којој је језгро $(\text{Na}, \text{K}) \text{Al Si}_2$ а од које су фонолити, елеолит-сијенити и леуцитофири;
2. магма гранитна, са језгром RAl Si_2 , у гранитима, сијенитима, кварц-порфирима, риолитима, трахитима;
3. гранитно-диоритна магма, у којој је смеша првога једра са $\text{Ca Al}_2 \text{Si}_4$;
4. габро-магма, са смешом разних једараца, али са преминацијом калције;
5. перидотитска магма у којој скуп гвожђа и магнезија надмашује калцијум и алкалне метале;
6. тералитска магма, мешавина магме фојајтске и габровске, која је консолидовала нарочито у тералитима, тефритима, нефелинитима, аугититима.

Доцније је Розенбуш разликовао само ове редове:

- 1) фојајтски заједно са тералитским;
- 2) гранито-диоритне магме;
- 3) габро-перидотитне магме.

Колико је ова теорија и метода несигурна доказују не само критике исте од Рота, Циркела и Фукеа, већ и што су сами њени следбеници Идингс и Брегер, који такође не верују у „језгра“, поставили разне бројеве диференцираних магми, а и то што је Левинсон Лесинг типове магме попео на осамнајест. Овим великим бројем већ се доводи у сумњу читава система, која би хтела да представља један општији закон.

Брегер је претпоставио да постоји велики број серија „магма-басена“, (као лаколита), који комуницирају међу собом и у којима се врши диференцијација.

Петрографске провинције. — Фамилије стена. — Идингс, Брегер и Цед претпостављају, да су се из једне прамагме издвојили разни резервоари, у којима се врше диференцијације.

Идингс је увео и хипотезу „крвнога сродства“ (Consanguinity) за све еруптивне стене истих еруптивних провинција, које је још Фогелсанг, 1872, претпостављао, јер оне ту постају из једне заједничке магме. Али, како су се сродне стене у истој провинцији појављивале у врло великим размацима геолошких времена, то ваља, ради ове хипотезе још претпоставити да је извор магме врло дуго остајао без икакве диференцијације. Та би магма имала бити у једној зони сталне температуре или — услед великога притиска — у стању лабилне чврстине, из које прелази у течно стање када настану орогени покрети.

Такве петрографске провинције биле би: предели Христијаније и Санторина, за чије је еруптивне производе карактеристична знатна количина натрона; — Везув, чије су лаве карактерисане знатном количине калије; — вулканска острва у западноме делу Средземног Мора са изобиљем титана у стенама; — провинција Ческе, са базичним стенама у којима влада натрон (нефелин итд.), као и у старим ерупцијама Христијаније и т. д.

Ф. Беке, који је у појединостима упоређивао производе вулкана у Ческој и на Андесима, налазе у њима представљена два крајна типа великих петрографских племена: атлантски и пацифични.

Први тип обухвата Атлантски Океан и медитеранску зону, почев од Јужне Европе преко предње Азије до Јаве; а њему припадају и оделити басени: Ческе.

Други тип је по оквиру Тихог Океана; дакле, по оквиру Америке, Азије и Аустралије, поглавито по Андима. Данашње магме овога пацифичнога типа везане су за зоне набора, а магме атлантскога типа по вертикалним дислокацијама (раседима).

У обема групама има и киселих и базичних стена, али ове превлађују у атлантском племену.

У обема има и дубинских и ефузивних формација, а има и хипоабисалних које произлазе како од првих тако и од других. У обема има и стена у жицама, складовима, али су ове свака за своју област нарочитим особинама карактеристичне.

Изван она два велика океанска вулканска појаса има оделитих вулканских басена, који се вежу за један или за други тип; а по негде (на Липарима) у истоме басену смењују се оба типа и географски и хронолошки.

Пацифични тип је и у Ческој, на јужној падини Алпа, измеђ Алпа и Динарида (сем Предацо и Монцона) у Штајерској код Глајхенберга, на Бакоњи, на јужном ободу Карпата, на Балкану, по Радопској Маси, по Малој Азији, Ирану и т. д. Али свуда овуда има убризганих стена атлантскога типа. — Цела ова поворка је, као што се види, у географској и генетској вези са наборима планина најмлађе Алписке системе.

По најновијим штудијама А. Лакроа разних вулканита из многих удаљених вулканских огњишта нема никакве битне разлике измеђ Пацифичног и Атлантскога типа, па је, по томе, ова деоба неоправдана.

Хетерогеност прамагме дала би се, по Фукеу, овако правдати: небесна су тела хетерогена; то сведоче: спектрална анализа њихове светлости, разноврсност метеорита, а и природа Сунца које би требало да представља једну од најпримитивнијих маса. — Вулканске области на Земљи, на пример на Исланду, Везуву, Санторину, толико се разликују међу собом да оправдавају одвајање ових области на засебне „петрографске провинције“. Са разлогом су одвојене и неке области старијих ерупција; на пример, еруптивне стене у околини Христијаније и у Јужној Америци имају више сродности међу собом, но стене у Шведској и Норвешкој, иако су ове покрајине тако блиске једна другој. — Калија је изобилна у једној петрографској провинцији, натрон у другој, бор у трећој, никелско гвожђе у четвртој и т. д. — Даље, зна се да изједначење разних раствора и растопа у огромним резервоарима потребује тако рећи векове времена, па је слободно претпоставити, да би и диференцирање толиких разнородних маса из униформнога растопа захтевало више геолошких векова, на што се претпоставља за стварање еруптивних маса. — У једноме истоме вулканском пределу и у једној истој еруптивној периоди киселе се лаве брзо замењују базичним (Санторин, Асори). — У разним пределима често је различан ред ерупција који би по теорији диференцирања једне магме требао да влада; то јест, да је у почетку магма просечна, као почетна, примитивна, за тим више базична, па кисела.

Из ових разлога закључује се: да потпуног хомогенитета, бар на Земљи, нигда није било; да је она, још док су све њене материје биле у гасноме стању, имала хетерогених партија у својој главној маси; да ни сада нема свуда једнаку прамагму из које би диференцирањем постале друге секундарне магме; да, иако постоји једна уједињена прамагма, она није свуда једноставна већ је хетерогена. Према томе, хипотеза једноставности прамагме, ма колико да је примамила много геолога, због подударности са Кант Лапласовом хипотезом и због своје простоте и теориске ве-

роватноће диференцирања, ипак није могла да оспори овде наведене примедбе.

И Фуке признаје да је било диференцирања, али не онаквога како га је замишљао Розенбуш. Прво очевидно диференцирање наступа, када се из растопљене лавичне магме одвајају паре и гасови. — Постоји и молекуларно диференцирање, које наступа чим се молекули једнога тела почну издвајати из опште масе и груписати да би створили тела која они карактеришу; — даље: када се једна тела искупљају око других (на пример гвожђе око пироксена) — и када се измене (на пример, деколоришу) оне партије магме из које су се неки састојци излучили.

Кристализационо диференцирање јесте када се поједини састојци стена извесним редом у магми консолидују.

Хипотезу о два оделита праогњишта вулканских стена Бунзен је основао у области вулкана на Исланду: у једноме је огњишту магма кисела (нормал-трахитска), а у другоме базична (нормал-пироксенска). Све вулканске стене на Исланду излазе или директно из једнога или другог огњишта или постају смешом обе групе. — Валтерхаузен, пак, мисли, да исландске стене не потичу из оделитих огњишта, већ из разних дубина, у којима су разне смеше магме: у већој дубини су смеше базичније, а изнад њих су смеше киселије. Сличним начином и Диросе је тумачио постанак лакших, киселијих лава из горње зоне, а тежих, базичнијих лава из дубље зоне унутарње земљине магме; разлике ове долазе не само услед разне специфичне тежине, већ и услед издвајања (ликвације) као из металних легура (смеша).

Мишел Леви претпоставља две главне основне магме, које се даље развијају разним путевима. Једно је магма феромагнезиска, а друго је алкална; прва одговара Розенбушовој магми перидотитској, а у неколико и габровској; а друга одговара његовим магмама фојаитској и гранитској.

Из феромагнезиске магме постали су перидотити и базалти; а то су једине стене у којима има природнога гвожђа, за које се мисли да испуњава средину Земље. Ова би магма, дакле, била као нека згура (шљака) око те централне масе гвожђа.

Из алкалне магме постали су: гранити пегматоидни, гранулити, сијенити са нефелином и леуцитом и њихови вулкански еквиваленти: риолити, трахити, фонолити итд. Феромагнезиски производи су стене чисто врелих растопа, а на другима је често очевидан утицај фумарола. — Разне смеше ових двеју тако разних магми варирају толико, да се може разумети, што у једној области све стене припадају једној фамилији, и што има фамилијарнога сродства међ стенама у удаљеним провинцијама, а велике разлике међ врло блиским еруптивним средиштима.

Локалне се разлике могу растумачити тиме, — што је еруптивна магма захватила и асимилвала седиментне стене, — што се модификовала на контакту са њима — што се улегањем син-

клинала у дубине великих температура стапају стене њихове, — што минерализатори играју по негде велику улогу, изазивајући претапање и прекристалисавање појединих састојака, веће мешање у магми, а кашто њено изнашање у више регионе, у пукотине итд.

Диференцирања магме.

Левинзон Лесинг овако их је груписао:

1. диференцирања у дубинама, док је магма још у миру, у стању статичкоме; то су права магматна диференцирања. Она су названа још и: примарна, дубинска, молекуларна, дифузивна, статична. Она постају услед разлика у тежи, топлоти, притиску.

2. диференцирања у магми када се она подиже у пукотине и даље на више; то су динамична, интрузиона или асцензиона диференцирања; а долазе услед покрета (конвекциона) и почетка разлађења, са смањењем притиска и губљењем гасова.

3. диференцирања при завршетку процеса консолидовања, када се житка маса сместила, па се сва претвара у тврду стену; то је кристализационо диференцирање; оно се још зове и: секундарно и лаколитско. Њиме се тумачи: — појас базичне периферије око киселе интрузивне масе, ако је ова велика и друге топлоте но околна стена; — поступна промена фације у маси и зашто су ове двострано симетричне у жицама, а концентрично размештене у громадама.

Кристализационо диференцирање познаје се: по реду постојања појединих састојака, по утицају остатка магме на већ издвојене минерале, по саставу сферолита и основне масе и стакласте масе и ендеогених уклубака. Оно може да се дозна и експерименталним путем.

Магматно диференцирање. О магматноме диференцирању дознајемо: по нешто опитом, а много више анализом свију производа једне еруптивне области; изучавањем жица које су у вези са дубинским масама; изучавањем ендеогених уклубака и прелаза једнога агрегата у други у једној истој громади; највише пак теориским размишљањем.

Магматно диференцирање очитује се у неколико разних петрогених формација, на пример: у образовању грушевина по магми, у издвајању фација по салбандама, жицама, интрузивним слојевима и по хетерогености агрегате у једној истој еруптивној маси, у којој се тако стварају прелази једне стене у другу.

Процес диференцирања магме у опште је врло сложен, јер зависи како од њених битних унутарњих особина тако и од спољних физичких прилика, под којима се врши њена консолидација. Узајамно преплитање свију сила створила тако је разноврсно, да није чудо што

још нису утврђени основни закони ових физико-хемијско-геолошких процеса, већ се једнако још смењују и допуњују хипотезе за тумачење како праматне тако и крајњих њених производа.

Грушевине у магмама. У многим се магмама дешава неко локално диференцирање или смешивање, услед чега се у произведеним стенама појављују повелики или омањи делови, који се од главне масе разликују и бојом и саставом, мада не морају бити од ње оштро омеђене. То су понајвише тако зване: грудве (груде, хрпе).

Грудве постају на разне начине. Прво онда, када магма није свуд равномерно смешана, већ се кроз њу провлаче млазеви и поворке, које су у њој или од вајкада или се доцније једноставна магма излучују, па се згрушавају; те се грудве зову конституционе.

Друго, неки већ издвојени састојци будуће стене зближују се и згомилавају у хрпе; то су конкреционе грудве.

Може се, даље, десити, да се у једну полугуснуту магму убригају млазеви нове жиће масе; то су инјекционе грушевине.

Може се десити, да у магму упадну комади околне стене, па се у њу претопе, али и отврдну са траговима свога страног, хетерогенога порекла и састава (грудве од асимилације или резорпције), и сматрају се више као егзогени укрупци. Најзад бива, да се последњи остатак од магме, који је обично киселе природе, у главној маси засебно консолидује у виду округластих или плочастих агрегата, на пример као пегматит у гранитима.

Диференцирање жица. — Ове појаве магматнога диференцирања нису представљене само у грушевинама, већ и у жицама и салбандама.

Диференцирање еруптивних жица из једне исте главне масе очито је нарочито тамо где су једне сложене поглавито од бојених састојака (меланократе), на пример лампрофири, а друге од белих и безбојних (леуократе) на пример аплити. Има пак и двоструких жица, то јест таквих у којима је један део од лампрофира, а други од аплита. Ови су агрегати или јасно омеђени или неосетно прелазе један у други. Розенбушове стене у жицама (Ganggesteine) могу се сматрати као хипабисалне фације, то јест модификације одговарајућих абисалних маса.

Салбанде неких зрнастих жица постају по некада стакласте не само зато што су се нагло разладиле, већ, можда, и зато што је магма, стапајући и резорбујући друге материје са контакта, изгубила своју снагу да кристалише. Дешава се и обратно: да су ивични делови потпуније кристалисани но унутарњи; дешава се, на пример, да салбанде кварц-порфира постану гранитоидне, и да ситнозрни гранит по крајцима постане крупнозрн.

Врхунац је магматнога диференцирања када се у једној еруптивној гомили одвоје жице и складови од самих рудовитих минерала, као што су магнетне руде гвожђа у порфирима у Шведској и на Уралу (Гора Благодат и Високаја Гора).

Ендогени (хомеогени) укрупци јесу производи магматног диференцирања, јер и они, као и грушевине, постају у магми и од ње. Они могу имати исти минерални састав као и стена у којој су, или само неке њене састојке. Обично су то зрнасти агрегати од битних или споредних састојака ефузивних стена. У трахитима су то агрегати санидина и лискуна, са структуром миаролитном или аплитном. — Санидинити се јављају као укрупци у фонолитима и нефелин-сијенитима. — Тефрити имају укрупке сличне тешенитима.

Такви су укрупци или потпуно кристалисани интрателурски агрегати лавичних стена, или су нешто базичнији од масе. Првих има највише; они сведоче, да многим лавама могу одговарати дубинске стене сличне по саставу. — На Капверскоме острву Сантјаго Делтер је нашао велике масе диорита, дијабаза, тешенита, есексита на дну једнога разоренога кратера, из кога су се излиле њима одговарајуће лавичне стене.

За пример ендогених уклубака киселијих од стене у којој су могу се навести диоритни и дијабазни комади у трахиту, и зрнасти агрегати феромагнезиских минерала у базалту.

Лакроа је дошао до закључка: да се у трахитским стенама често налазе одговарајући им зрнасти агрегати, а у базалтима се ретко налазе њима потпуно еквивалентни или холокристалисани укрупци.

Егзогени (еналогени) зову се укрупци од раније већ створених стена, које је еруптивна маса, било плутонска било вулканска, на своме путу захватила. Ти страни комади утичу на промењивање магме, ако их ова потпуно стопи и улије; али то није право магматно диференцирање.

Оливинске грудве, доста честе у базалтима, стварају се више као комади раније створених агрегата, које су потом ерупције базалта отргнуле и из отвора вулкана пројектовале. Али ништа се не противи ни мишљењу, да су то производи магматне диференцијације, било у истој базалтској, било нешто раније у мало базичнијој магми; оне дакле улазе у поменуће процесе и производе диференцирања.

Прелазни стена једне у друге, услед магматнога диференцирања, виде се на више места и на разним агрегатима.

Делес је већ 1852 г. показао да се Ballon d'Alsace у Вогезима састоји од једне гранитоидне громаде, чије је језгро на врху и у цен-

труму кубета („балона“) од амфибол-гранита; оно је обложено сијенитом, а овај појас обухваћен је диоритом. — После тога су проучени други еруптивни масиви још сложенијега петрографскога састава где је, на пример, језгро нормалнога гранита (са оба лискуна) обухваћено масом биотит-гранита, око кога је амфибол-гранит; а око овога зона диорита па најзад зона габра. Овде је дакле, консолидација појединих зона обележена опадањем количине силиције и алкалија, па се габро јавља као периферна фазија средишнога гранита. — Централни гранит може на периферији да се јави као пироксенит, па чак и као перидотит; али у овом случају еруптивна је магма претрпила метаморфозу и услед контакта са кречњацима.

У нашим крајевима има такође примера оваквих прелаза једног еруптивног агрегата у други: на Главици испод Доњег Милановца на Ждралици више Крагујевца, на Неретви код Јабланице.

Еруптивна громада код Јабланице (у Ерцеговини) има језгро од габра обичнога и оливинскога, који на јужној страни поступно прелази у дијабаз, а на северној страни у диорит. Овде је дакле диференцирање магме обележено умножењем силиције.

На Ждралици имамо прво жице дијабаза, уз њих непосредно жице еуфотита, па епидиорита и порфирита.

На Главици је еуфотит по боковима крупнозрн, а у средини је друга, збивена ситнозрна стена; али овде се може претпоставити нови засебни потисак нове диференциране еруптивне магме у исте жице.

Асимилација и корозија.

Унутарња магма толико се у дубини промењује додиром и мешањем са ранијим стенама, захватањем и растварањем њихових комада, да су многи геолози овим процесима корозије, резорпције и асимилације, а не диференцијацијом, тумачили постанак појединих разних магми па дакле и разних врста еруптива.

Корозија и резорпција раније створених састојака јављају се: када се промене прилике у којима су они постали, на пример када се измени температура, притисак и састав магме, — када наиђу паре и гасови или се јаве јаке струје у магми. — Корозија не нагриза подједнако све минерале; на пример, хорнбленда јој лакше подлеже но аугит.

Неки се кристали сасвим стапају и резорбују (магматна резорпција), а други су тек наједени, делимично, само по ободу, те само губе првобитне правилне кристалне облике.

После стапања може да наступи нова кристализација, ретко истих чешће сличних, минерала и то обично око остатака примордијалних са-

стојака; тако постају оне облоге новог аугита и магнетита око амфибола и биотита, облоге новог пироксена и амфибола око оливина и т. д. — После резорпције амфибола, биотита и оливина у магми највише постаје пироксен.

Наједање и стапање минерала иде брже када су они испуцани. У житким је лавама ређе но у густим. — У туфовима су кристали често очували оштре рогле и ивице, боље но у лавама; у стакластој основној маси боље но у кристалисаној.

У ефузивним стенама стално се виђа да су им интрателурски састојци мање-више резорбовани.

Корозија је у толико јача у колико је већа хемиска разлика између магме која нагриза и минерала који јој је изложен, у колико је већа температура и дуже трајање процеса; а наравно и у колико је лакша топљивост минерала.

Хемиска се разлика у магми јавља услед самога реда искристалисавања појединих састојака. Обично се прво издвоје базичнији, то јест феромагнезиски састојци, па остатак магме постане киселији, дакле способнији да нагриза и раствара баш те исте базичније минерале.

Када температура спадне остатак очврсне, стаклоше се, дакле не може више да стапа раније састојке.

Када опадне притисак смањи се тачка топљивости, дакле олакша нагризање бар по ивицама ранијих кристала. У дубинским се стенама тада ослобођавају и минерализатори, па лакше нестају минерали који су се њиховом помоћу стварали и одржавали.

Асимилација је када еруптивна маса захвата читаве комаде стена кроз које пролази (егзогени укрупци), па их потпуно раствори и упије. Ако ово бива у малим размерама онда се у стенама само појављују неки минерали, који се без тога не би у њима створили. Ако ли се асимилију знатне масе ранијих стена, онда се мора бар у неколико променити састав магме која их је упила. Несумњиво је да ће се она променити прво у месту растворенога уметка и у најближој околини, али није сигурно да ће се цела маса толико изменити, колико претпоставља „асимилациона“ теорија издвајања разних еруптивних стена из оваквих магми.

И овај процес, као и делимично изедање агрегата у магмама, зависи: 1) од топлоте магме и притиска, у неколико дакле и од дубине у којој су; 2) од хемискога састава и магме и обухваћене стене; 3) од количине и хемиских особина и гасова и кристализатора у магми.

Међ примерима који се наводе истиче се пример монцонита у Тиролу, који је код места Монциони обухватио многе комаде тријаснога кречњака, а вероватно ту многе у себе и упио; докле код места Пре-

дацо тога нема. У првоме случају анализа стене дала је већи посто-так калције но у другоме. То потврђује хипотезу асимилације али у тако маломе обиму, да се остале разлике међ стенама не могу њоме растумачити.

Уклучци од две главне врсте еруптивних стена: киселих и базичних, у разним се срединама понашају од прилике овако: 1) на високој температури комад киселе стене не резорбује се, а од базичне се резорбује; 2) на ниској температури у базичној се магми резорбује кисели уклубак, а базични не. Али бива да у истој стени има уклубака промењених и непромењених.

Општи закључак могао би овако гласити:

базичне магме, које брзо избијају кроз широке отворе, долазе чисте и њихове стене представљају доста верно састав првобитних маса од којих воде порекло. Киселе и средње магме изазивљу корозије, а и подлежу и њима и другим изменама, које су у толико веће у колико се магме спорије крећу

Диференцијација и Асимилација јесу два процеса којима се тумачи велика разноврсност еруптивних производа у једној истој и у разним петрографским провинцијама, у једној истој и у разним еруптивним периодама. Минералози-петрографи мисле да прву улогу игра проста диференцијација, то јест без придоласка страних материја у магму (Брегер, Идингс, Розенбуш); а петролози који су и геолози (Мишел Леви и његова школа) и геолози (Сис и други) истичу велику важност асимилације, особито за стварање великих, дубоких батолита.

Диференцирање у опште траје врло дуго времена, те су стога и еруптивни производи разних геолошких периода доста различни. Два велика разреда данашњих еруптива: пацифични и атлантски, разликовали су се и у претходној геолошкој периоди. Типске пацифичне магме (већином киселе) од времена Терцијера везане су за зону медитеранску и циркумпацифичну; али у тој великој области има и типа атлантскога. Заступници ових „провинцијализма“ не верују да је могло бити издвајања типа атлантскога из пацифичнога, већ да обе серије стоје од вајкада упоредно, са превлашћу атлантскога. — У ранијим геолошким временима, у Палеозооку, било би нешто обратнo: атлантски се тип јавља спорадно, а пацифични превлађује. Обе су магме производи једног прастарог диференцирања прамагме, која је већ у пракори земљиној била обухваћена.

По томе је, дакле, вероватно мишљење, да се у току геолошког развијања Земље, извршују лагане промене њене основне магме. — Те промене граде као неке циклусе: циклус палеозојски и циклус терцијерни. — Терцијерни циклус, по Рихтхофену дао је прво: пропиците, па андезите, трахите, риолите, најзад базалте. — Брегер сматра да је нормално развиће киселих типова од базичних. — Али се не може поставити правило које би вредило

за све области и за сва времена, јер су свуда биле разне комбинације. Правило је само да су сва познија диференцирања све више различна од ранијих.

Ред у консолидацији.

Кристализација магме обично почиње када опадну њена температура и притисак коме је изложена. Температура на којој почиње кристализација целе масе зависи и од њеног хемискога састава. И брзина хлађења има утицаја на почетак и даљи ток кристалисања. — Растоп силиката може понекада да остане жидак и када се прелади, то јест, када му топлота спадне испод тачке на којој се обично консолидује. У том случају, када маса почне кристалисати, сва се од једном консолидује, окамени, а не редом по састојцима као што обично бива, тако рећи по некоме њиховоме старешинству.

Ево неколико знакова по којима се познаје ред кристалисања појединих минерала у еруптивним стенама. Најстарији су у агрегату они састојци, који имају потпуне (идиоморфне или аутоморфне) кристалне облике, јер ништа није било да овима у развићу смета. Познији, пак, састојци, и ако би и имали довољно кристализационе снаге за добијање потпуних облика, не могу их добити, јер им сметају раније консолидовани; супстанција им је кристалисана, али су им контуре већином неправилне (алотриоморфне или ксеноморфне). — Млађи састојци обухватају старије. — Минерали без интерпозиција обично су најстарији. — Састојци основне масе доцније су се консолидовали но крупни кристали у њој; овде се обично распознају две генерације састојака. — Врло велики кристали обично су старији од мањих; али величина може да зависи и од брзине кристалисања. — Правилно срасли кристали истодобни су.

И правилно развијени кристали могу позније да изгубе своје правилне облике. То бива или када их магма нагриза и претапа; или просто механички, када се ломе, савијају, љуспају, издуљују.

Бива да је за време кристализације неког крупног примерка магма променила свој састав, па познији делови кристала нису истог састава као унутарњи; На пример, у једноме кристалу пироксена унутарњи је део од диопсида, а периферни од егирина; у кристалу плагиокласа унутарње су зоне од анортита, а спољне од албита.

Ред кристализације појединих састојака у магми мислило се да зависи и од степена њихове топљивости, то јест да се тешко топљиви минерали прво издвајају из магме. И одиста магнетит и оливин пре се издвајају но плагиокласи који су лако топљиви; али кварц, који је тешко топљив, у гранитима се консолидује последњи.

Даље се мислило, да се ред кристализације управља по опадању базичности састојака, тако да на пример, прво постају силикати са мало силиције, па после киселији; али се и ту налази више изузетака, као на пример код офитских агрегата.

Магне из којих постају еруптивне стене и сувише су сложенога хемискога састава, прилике под којима се у њима врши кристализација такође су сувише разнолике, — да би се за ред постајања појединих састојака могло утврдити једно неоспорно правило. Бива да један минерал, који је први почео кристалисати настави стварати се и за време стварања другог, па са овим заједно и за време стварања трећег по реду састојка и тако даље.

Компликације могу наступити и од тога што нека хемиска тела не могу да се стопе, а да се њихова сложена једињења не раздвоје. На пример, из растопљене хорнбленде по хлађењу постају аугит и магнетит, или аугит и оливин; растопљени калијумов лискун претвара се у леуцит и оливин и т. д. А оваква појава претапања и прекристалисавања мора се дешавати и у природи, у магмама, те увећавати тешкоће за постављање правила њихове консолидације.

У опште је тешко растумачити све разне случајеве који се дешавају у реду кристалисања појединих састојака. Ако процес иде нормално, онда се мисли да се искристалисавање врши по правилу издвајања минерала из еутектичне смеше, то јест правилнога, пропорционалнога односа тела у расту. Али ни најновија испитивања нису ово питање потпуно расветлила, особито не и оне многе варијације у реду постајења састојака.

Ипак најчешће се, примећава, овај ред издвајања појединих састојака еруптивних стена:

најстарији су споредни минерали: апатит, циркон, титанит и руде гвожђа: магнетит, пирит, илменит;

за тим се стварају феромагнезиски силикати: оливин, пироксени, амфиболи, биотит;

за овима силикати алкални и алкалних земаља: мусковит, плагиокласи, ортоклас;

најзад кварц.

Овај ред важи нарочито за дубинске стене и то поглавито за киселе и неутралне. Сваки од састојака могао је искристалисати сав од једном; али је по неки могао да се ствара за цело време консолидације.

Код лавичних стена има, као што се зна, поврата у кристализацији састојака, те је један исти минерал представљен и у првој и у другој генерацији.

Брзина са којом се врши консолидација појединих састојака зависи такође од неколико погодаба: ток разлађења, хемиска природа, присуство кристализатора и ранијих кристала. Њу је тешко докучити на природним магмама. На вештачким се растопима приметило, да за агрегат средњег зрна треба бар неколико дана врло лаганог разлађења, а за крупне кристале бар неколико недеља.

Притисак не мора бити тако велики као што се мислило. И на дубинским стенама његова је улога више посредна, тиме што се под њим у магми дуже задржавају минерализатори, паре и гасови.

Структуре еруптивних стена.

Структуре еруптивних агрегата зависе од неколико прилика: од топлоте и хемискога састава магме, од њене густине и засићености. У првome реду структура стене зависи од тога да ли се њена магма хлади брзо, на површини Земље или полако, у дубини, под притиском; и да ли при њеној консолидацији суделују вода и гасови. И у овом погледу разликују се две главне групе еруптивних стена: вулканске и плутонске, мада има извесних појава и производа који чине прелазе између тих група.

Структура вулканских стена карактерисана је у првome реду јасном разликом измеђ две генерације састојака: I. млађа генерација која се створила пошто се маса излила на површину, и II: старија која се створила још у унутрашњости вулкана. Таква се структура зове порфирска или трахитска. Овде поред правилнога, обичнога типа могу се десити, истина врло ретко, и две крајности: или у стени нема старијих састојака, већ само млађих, или је лавична маса већ у вулкану скоро сва скристалисала (санидинит). Једни варијетети ове структуре постају преимућствено на стенама из киселих лава, то су: фелситна, перлитна и сферолитна структура; а друга постају на базичним лавама: то су микролитна, офитна структура. Ова последња обично се јавља на плутонитима, а на вулканитима само изузетно, када су им лаве изванредно дебеле. У оваквим, ређим случајевима и основна маса може да скристалише зрнасто, али и то само ситно-зрно, никада не крупнозрно.

Порфирска је структура последица покрета магме из дубине на више, који је покрет настао пошто се у дубини већ извршила нека кристализација. Порфирску структуру највише карактерише, очевидна разлика у величини састојака: једни су, фенокристали, повелики

и са правилним кристалним контурама, а други су овима као база, основна маса (или „магма“), обично без видљивих делића. Ову структуру имају преимућствено вулканске стене; али се она може јавити и на плутонским по оквиру зрнастих громада или када су стене у танким жицама. — За време стварања фенокристала магма је била жића, покретнија, те су се сродни молекули могли лакше прикупљати и градити повеће кристале. Доцније је магма постала гушћа, јер се изласком на површину брзо разладила, а и гасови су из ње излапили, те кристализација није могла дати крупне производе, већ само микролите. — Тако се стварање целог агрегата поделило у две фазе. Фенокристали су створени у фази интралурској, која је дуго трајала, а микролити у фази ефузивној, када је настало нагло разлађење. Али је кашто било могућности, да се један део микролита почне стварати, већ у дубини, а и да су неки фенокристали наставили расти и после излива лаве на површину. Овај је случај нарочито могућ код састојака који су се стварали у обема фазама консолидације. Ако је супстанција једнога минерала исцрпљена стварањем фенокристала, онда је, наравно, веће бити међ састојцима основне масе. Може се замислити и да су се неке супстанције у остатку основне масе нагомилале око својих претеча, те их ни стога нема више издвојених у тој маси. У томе је случају остварен прелаз између структура зрнасте и порфирске.



Слика 35. — Микроскопски препарат тимацита из Гамзиграда.

Тимацит је амфибол-андезит. Основна маса његова типа има структуру микролитну. Микролити су од плагиокласа. Сем њих у маси има још аморфнога, стакластог остатка од магме. Међ макроскопским састојцима најзначајнији је амфибол (2) који је сматран као засебна врста тога рода „гамзиградит“; због њега је стена добила засебно локално име „тимацит“. На попречним пресецима кристала амфибола виде се лепо две серије косо укрштених траса његове целпљивости. Плагиоклас, лабрадор, (1), је у крупним белим кристалима; често је замућен, јер се почео распадати. Магнетит (3) је у правилним и често сраслим црним кристалима.

њем фенокристала, онда је, наравно, веће бити међ састојцима основне масе. Може се замислити и да су се неке супстанције у остатку основне масе нагомилале око својих претеча, те их ни стога нема више издвојених у тој маси. У томе је случају остварен прелаз између структура зрнасте и порфирске.

Микролитну структуру имају трахити, андезити (сл. 35. Гамзиград) базалти (сл. 36. Островица) и друге лавичне стене. Микролити су мали микроскопски кристали одређених кристалних облика и одређених минералних фела, по којим се особинама разликују од кристалита. Ови су такође микроскопских димензија, разних некристалних облика (трихити, глобулити, маргарити, лонгулити, белонити). У виду микролита највише се јављају разне врсте фелдспата, па аугит, биотит, магнетит.

Стакласти варијетети структуре постају када основна маса или сва или делимично тако брзо разлади, да при томе не може кристалисати. (Сл. 37 Даросава).

Фелсити су мешавина стакласте масе са малим индивидуалисаним зрнцима, за које се мисли да су постала девитрификацијом стакласте масе.

Сферолити (Сл. 38. Брусница) могу имати разну микроструктуру: зрнасту, зракасту, љуспасту, што зависи од варијација при њиховој консолидацији и хлађењу. За сферолите у метеоритима (кондрити) мисли се, да су постали стапањем спрашених делића у виду капљица и скамењем тих капљица у виду куглица.

Перле (ђинђуве) постају тежњом течне магме да се скупља у капљице, као што чине и друге течности.

Флујдалност постаје када се брзо скамени магма док је још у покрету.



Слика 36. — Микроскопски препарат базалта из Островице.

Основна маса базалта има микролитну структуру. Микролити су од лабрадора (у слици дугуљасте ситне призмице) и аугита (заокругљена зрнца) око њих има много аморфнога остатка од магме. По маси је попрскано много ситних црних кристалића магнетита. — Макроскопски, интралурски састојци јесу оливин (1) и аугит (2). Кристали оливина једни су свежи и бистри, а други метаморфисани у серпентин, калцит, и т. д. Значајни су црвени (у слици бели) танки оквири упоредни са контурама кристала, који су такође производ метаморфозе оливинове супстанције. Кристали аугита свежа су. — Леви део слике микроскопског препарата ове стене јесте на обичној, продирној светлости; а на десној поли је замрачење основне масе на поларисаној светлости међ укрштеним призмама микроскопа.

Шупљикаву структуру добију масе у којима се при скамењивању задржи много гасних меурића. У неким пак стенама и вулканским (трахитима) и плутонским (гранитима) шупљине постају услед контракције магме при консолидацији. То се зове миа-ролитна структура. Те су шупљине обично ћошкасте, а могу временом да се испуне приносима из подземних вода.



Слика 37. — Микроскопски препарат хијалодацита из Даросаве.

Главна маса ове стене јесте стакласта, хијалина, а у њој има врло много микроскопских састојака. На тој се маси познају млазеви од струјања, што указује на њено првобитно течно стање и брзо расхлађење после излива лаве на површину. Међ интрателурским састојцима истиче се кварц (1); његови су примерци изванредно јако разуђени, услед корозивног дејства магме, која их је изгризла и по затокама у њима скаменила се. Други су састојци плагиоклас (2), ортоклас и биотит (3). На дну слике у десно види се један пресек минерала који би могао бити аугит, и чија је супстанција претворена у делесит. — Кроз слику вијуга једна пукотиница, чији су дувари обложени секундарним кварцом, а испуњена је истим кварцом и делеситом. Лева половина је слика препарата на обичној продорној светлости; а десна половина указује замрачење основне масе међукрштеним николима микроскопа.

зову се: крупнозрна, средњезрна, ситнозрна и збојита (афанитна, еуритна). Под нарочитим погодбама кристализације постају ови варијетети гранитоидне структуре: гранулитска, пег-

матитска, аплитска, песилитска, келифитска, офитска, кугласта.

По развићу појединих састојака и целе масе говори се још о овим варијететима структуре: макрокристална, микрокристална, криптокристална (афанитна), холокристална, хипокристална, аморфна (стакласта), микрогранитска, микрогранулитска, микропегматитска, — које су већ и самом етимологијом ових речи растумачене.

Структура плутонских стена карактерисана је одсуством разлика у развићу састојака, по којима су они подељени на старију и млађу генерацију и приближно подједнако неправилним облицима појединих састојака у агрегату. Таква се структура зове зрнаста или гранитоидна, јер је најобичнија на гранитима. Варијетети ове структуре по величини зрна

зову се: крупнозрна, средњезрна, ситнозрна и збојита (афанитна, еуритна). Под нарочитим погодбама кристализације постају ови варијетети гранитоидне структуре: гранулитска, пег-

матитска, аплитска, песилитска, келифитска, офитска, кугласта. Постанак зрнасте структуре тумачи се дуготрајним, непрекидним и упоредним, и ако не симултаним искристалисавањем битних састојака у агрегату. Ови услови за постанак зрнасте структуре постоје у дубинама где је велика топлота не само магме него и стена у које се она утискује, где је хлађење тако споро да се може продужити колико и геолошки векови, па сваки делић магме има времена да искристалише а нимало стакласте масе да не заостане. (Сл. 39. гранулит са Цера).

Пегматитска структура јесте последица пнеуматолитских акција и истовремене кристализације битних састојака, чији су кристали стога често срасли у заједничке кристалне индивидуе. То је као нека солидификација смеше одређених размера (еутектичне смеше), које се топе и консолидују у исто доба.

Такве смеше могу дати друге варијетете структуре, на пример офитску. Ова је карактерисана срастањем основе једнога минерала (фелдспата) и потке или само једнога (аугита) или од обадва састојка, јер се и овде не прима ласно претпоставка да би крајни остатак магме био само аугитски, као што се не верује ни у претпоставку да би крајњи остатак гранитоидне магме био само кварц.

Сфероидна (кугласта) структура развијена је на многим гранитима, на неким диоритима, а и на једној габро-стени. Она је карактерисана тиме што су се у обичноме зрнастом агрегату битни састојци делимично тако распоредили, да се по маси стене истичу као



Слика 38. — Микроскопски препарат сферолитног фелсо-дацита са виса измеђ Бруснице и Такова.

Основна маса ове стене јесте од сферолитнога фелсита. Сферолити су или једноставни, радијално целцати или су са концентричним зонама или подељени на кришке. Стварају се често око одлика неког раније створенога састојка. Међ њима има зрнаца кварца микрогранулитскога и спужастог. — Састојци прве генерације јесу кварц (1), плагиоклас (на дну слике) и ортоклас (2) и биотит (3).

неке лопте или кугле. Облик им није правилно округао, већ су вишекратно удубљене и стињене; у главном су сфероидне и елипсоидне.



Слика 39. — Микроскопски препарат гранулиита са Цера.

Битни састојци у овом агрегату јесу: кварц (1) лискун (2) ортоклас (3), а споредни су: плагиоклас (4), магнетит (црна зрна) и апатит. Ни један од тих састојака нема правилне кристалне облике, већ има контуре неправилних зрна и прилика. Због тога се за структуру ове стене каже да је зрнаста. Сви састојци нису постали у један мах; очевидно је да је магнетит обухваћен другим састојцима, дакле старији је од њих, а кварц обухвата све и прилагођава се њиховим контурама, дакле млађи је од свију. Ипак зато сви су састојци постали у једној периоди стварања и под једнаким приликама и то сви у дубини.

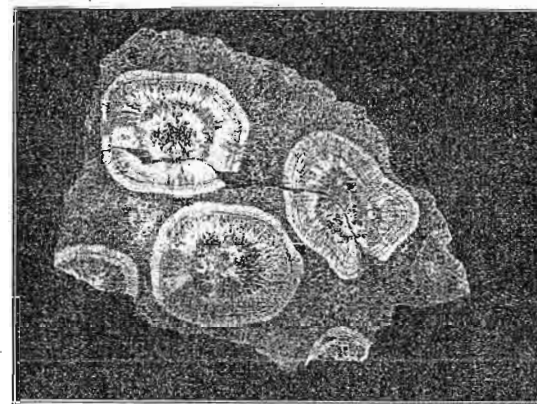
другима по периферији. — Прави узрок и начин постанка ових сфероидна и њихова размештаја нису још довољно растумачени.

Облици еруптивних маса.

Еруптивне масе појављују се данас у разним облицима и врло су неједнаке моћности. Има их који граде читава брда и планине, и других у сићушним изданцима од само неколико сантиметара дебљине. И у овом погледу доста су јасно одвојене две главне групе еруптивних производа: вулканске и плугонске.

Вулканске масе обично су у облику купастих брегова, разноврсних и разноликих по материјалу од кога су: у облику кубета, стубова, сливова, жица.

О њима се говори опширније и у другим одељцима Опште Геологије (о вулканима и вулканским бреговима).

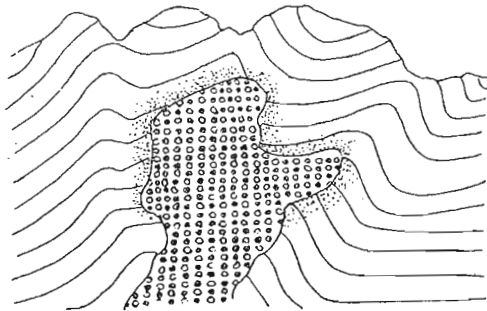


Слика 40. — Диорит са Рудника.

Ово је тип плутонске стене са зрнастом и сфероидном структуром. Општа маса стене која обухвата сфероиде, јесте зрнасти агрегат од загасито зеленога амфибола и плавичасто белог фелдспата, ортита. Амфибола има, канда, више но фелдспата, нарочито много око сфероид; стварао се и после фелдспата, па га обухвата, што агрегату даје местимице офитску структуру. — Сфероидна тако је много да се скоро и додирују. Облика су јајастог, али улубљени или стињени. Велики су до 4 см. Састоје се од два разновидна дела: језгра и коре. Језгро има исте минералне састојке и исту структуру као и општа маса стене. Кора је од концентричних зона, у којима наизменично превлађују делићи или фелдспата или амфибола. Ти су делићи по зонама радијално размештени што се нарочито лепо види у зонама фелдспата, јер су ове много шире (по 2—3 mm), но зоне амфибола (до 1/2 mm). — Слика је двапут мања но оригинални примерак стене. Црна траса по њој означаје прслину по којој је примерак преломљен.

Плутонске масе скамењују се у кори земљиној у виду интрузивних жица и апофиза, интрузивних слојева и складица, и у виду интрузивних громада: лаколита, батолита, стогова. Ове се масе разликују од вулканских маса сличнога облика: што ремете, подижу, а у неколико и метаморфишу, слојеве у које се утискују; — што се њихове магме не строшавају у ситне пирокластичне делове (у пепео, бомбе и т. д.) па од њих нема ни туфова и што су кроз кристалисане, дакле без стакластог остатка магме, без шуљика и згура.

На површини се ове дубинске масе данас виде само тамо где су разним геолошким процесима (ерозије, дислокације и т. д.) оголићене. (Сл. 41. и Сл. 42). Нигде још није поуздано одређен положај канала кроз које су у више регионе дошле; али је несумњиво да га има и да је се спуштао, ако не непосредно до централног усјајаног језгра Земље, а оно преко неке батолитске масе, која се звалишља да постоји измеђ језгра Земље и лаколита, који лежи високо и већ је приступан проматрањима.

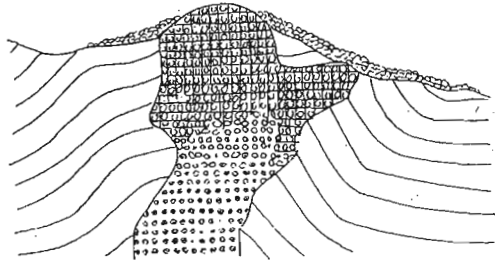


Слика 41. представља једну громаду магме као стог од јако гвожђевитих (црне тачке) и јако силиковитих (бели колутући) састојака, која је продрла у кору земљину и њене оближње делове променила (ситне тачкице око громаде). Консолидација састојака овде се још није савршила.

Батолити су кроз кристалисане, најдубље громаде плутонских стена, — највише од гранитоидних, али се нашло да могу бити и од базичних магми. Обично су једноставнога састава; али могу бити у неколико и диференцирани и ако потичу из једне основне магме. И батолити су испољени на површини само тамо, где је кора из свога првобитнога положаја издигнута и денудована све до тих плутонских маса, које су и саме више или мање тада еродирале.

Батолити су огромних размера, и неправилних облика. Леже на дну земљине коре у коју продиру само делимично, обично заобљеним овршцима. Дно им се не зна.

Нерешена су питања: како батолити комуницирају са општом масом; да ли су огромни простори које испуњавају у најдубљој кори могли постати услед самога набирања коре или и услед резорпције у унутарњој маси; како су се и кад у њих еруптивне



Сл. 42. представља стање када је денудација однела слојеве коре који су покривали еруптивну громаду и ова се на површини испољила и почела распадати (дробња лево и десно од изданка громаде). У горњем делу громаде извршила се кристализација и то највише јако силиковитих састојака, ту је довршена и контакт-метаморфоза околне стене (на слици случајно није означена). Доњи, више гвожђевит и базичнији део још није окамењен.

магме сместили и консолидовале; — да ли су ове само од материја из основне централне магме или има у њима стопљених делова коре у коју су ушле; — да ли се све ово десило у једној фази или је било више узастопних потисака.

Ова као и питања о сили која батолите креће јесу предмет многих хипотеза и разнога тумачења. Питање је да ли магма има сопствену вулканску снагу или је пасивна у своје покрету?

Већина геолога мисли да маса батолита, када се креће из централне сфере на више, разбија свој таван и бокове и растапа одваљене комаде, па под новим потисцима дубинске масе и орогенога процеса у вишим хоризонтима лакше се пење и утискује међ раније консолидоване стене. При набирању слојева отварају се велике празне просторије у које се ласно смешта течна магма. Стога на дну главних наборних планина има тако много батолита: у Европи, испод Херсинских планина то су карбонски гранити; у Јужној Америци, испод Кордиљера, батолити су много млађи и већином од порфиرويدних агрегата.

Магме батолита могу и саме себи да отварају просторе стапањем стена у које улазе било на рачун бокова, било поглавито на рачун тавана. Батолити су полазни центар за сва остала интрузивна тела; они им дају и градиво и снагу да се издижу изнад њих у хипабисалне регионе, до којих су се они сами ретко где успели. Формација батолита превлађивала је у првим временима целокупне вулканске акције, која се због тога могу назвати плутонска фаза вулканизма.

Лаколити су масе, које су се утисле у хоризонте коре више но што су батолити; с тога се зову хипабисалне формације. Такве масе издижу слојеве изнад себе као у неки свод или кубе и то без преламања, што указује на извесну пластичност или савитљивост у слојевима. Лаколит лежи увек сав у страним стенама, а батолит се издиже изнад сличне му магме. Лаколит има један или више доводних канала.

Прост облик сочивастог лаколита са каналом личио би на печурку. Такав се прост облик ретко виђа; много више има лаколита развучених, надувених, несиметричних, неправилно згомиланих са сводом раздрузаним у комаде. Најправилнији облици постају када се еруптивна маса утискује у непоремећене слојеве. Несиметрични облици постају када се интрузија врши у већ набране слојеве или се врши у исто доба кад и набирање, или када су тектонски поремећаји дошли после интрузија. Свакојако, облици лаколита зависе и од склопа терена у који улази.

Структура агрегата у лаколитима обично је зрнаста, као и у батолитима, али може бити и порфиرويدна. У батолитима постају гранитски и гранитоидни агрегати; а у лаколитима ови постају када је магма кисела, а када је неутрална или базична могу се консолидовати: порфир, гранофир, монзонит, порфирит, трахит, фонолит.

Топлота лаколитске магме мања је но у батолитској. Неки су минерали у њој већ били кристалисали када је почела интрузија.

Контактне метаморфозе лаколита понајвише су од саме топлоте (каустичне).

Дубина лаколитске формације почиње од пола километра испод површине, па се спушта највише до 3 км.

Сила која изазива интрузију лаколита предмет је тројак хипотезе. По једној хипотези та је сила општи хидростатични притисак. По другој би то био еластични напон у магмама. По трећој би потисак долазио од орогенних покрета. Улагање великих пласа дуж раседа може, по мишљењу многих геолога, да потисне у високе регионе огромне еруптивне масе. Саломон мисли да је улагање Јадрана убризгало у кору све еруптивне стене што се сада налазе у бреговима око њега. Али ваља приметити да све те масе нису исте старости међу собом, нити су све старости улагања Јадрана.

Интрузивне жице јесу најчешћи облик плутонских стена. Има еруптивних области у којима се налази по неколико стотина жица различитих дебљина, почев од неколико сантиметара па до стотине метара. И дужина им је врло неједнака; понајдужа је она једна еруптивна жица у Кумберланду, која, са малим прекидом, има 145 килом. дужине. Обично су више-мање косе спрам слојева које просецају и само су једноставном материјом испуњене. Али има жица које су испуњаване узастопним убризгавањем магме истоветне или различне. А диференцирање магме могло се десити и у самој пукотини коју испуњава. Има много примера тако сложених жица, од којих су неки раније наведени. — И структура жице може бити диференцирана тако да је у средини зрнаста, идући крају порфирска, а на крају аморфна.

Интрузивне жиле разликују се од жица тиме, што немају равне граничне површине, нити се пружају правилно, већ су неправилне и вијугају, а при том су и много тање.

Апофизе су жице или жиле које одржавају везу између интрузивних маса из којих избијају.

Интрузивни слој или склад јесте измеђ упоредних слојева утиснута еруптивна маса чија је дебљина несразмерно мала спрам дужине и ширине.

Један од највећих налази се у Енглеској (Whin Sill) убризган у карбонски кречњак на дужини од 128,7 килом. и на површини од 1600 кв. мет. Дебљина му иде од 6 до 45 м.; просечно 24 до 30 м. Пружа се већином упоредно измеђ равнина што ограничавају слојеве, а на места их и пресеца. То је, дакле, као једна вулканска плоча, која се није разлила по површини.

У овим плочастим интрузивним масама структура је крупнозрна у средини, а ситнозрна или збојита у периферним зонама. Оне масе које су кристалисале и у врло тесним а дугачким пукотинама морале су бити врло вреле када су се убризгале, иначе би се брзо скамениле у аморфном стању. Флујдална је структура ретко кадо значена. Нема шупљика, мандола, ни туфова. Има нешто појава контакт-метаморфозе.

Интрузивне жице и слојеви стварају се преимућствено међ слојевитим стенама, а врло тешко међ хомогеним пешчарима, масивним доломитима и т. д. Стварају их магме житке које лако протичу, с тога су већином од базичних стена.

Лучење (Одлучивање). — Маса вулканских и плутонских стена нису скамењене једномано, једноставно, већ су при томе излучене у више-мање правилне делове: табле, плоче, банке, стубове, призме, паралелоипеде, кошке, сфероиде (ђулане, кругљане) и неправилне полиедре, ограничене све врло танким прслиницама. Ово долази од скупљања тих партија приликом неједнакога разлађења еруптивне масе, на додиру било са ваздухом, било са стенама међ којима се врши консолидација. Ове прилике утичу и на развиће структуре, те се кашто ове упоредно развијају са лучењем: у ситнозрним и збојитим стенама чешће има излучених делова но у крупнозрним, јер су оне брже разлађене но ове.

Призматично лучење иде кашто тако брзо да равнине лађења често преполовљавају веће раније готове кристале.

Призме се излучују управно на површину хлађења, с тога су оне кашто повијене, када је и та површина повијена. Оне су обично петостране и шестостране. —

Банци, плоче и табле јесу масе ограничене двема упоредним површинама, које су кашто паралелне (код фонолита), а могу бити удружене и са равнинама призама или других полиедара. — И сфероидно лучење може бити удружено са призматним, као на пример у стубовима базалта. Код многих подморских дијабаза сфероиди су постали при нагломе хлађењу масе у води. Многе прслине, којима су еруптивне масе излучене, постале су и под орогеним притиском. У више случајева оне се јако обелодањују тек када су масе изложене утицају атмосферилја.

Вештачка репродукција еруптивних стена. — Узимајући у обзир, да су силикатни минерали битни састојци еруптивних стена и да се ти минерали данас стварају из својих растопа, природно је било, што су први петролози који су покушали да вештачки произведу еруптивне стене покушали да их створе из растопа смеше њихових хемиских једињења или од строшених минерала, што улазе у њихов састав. Прве покушаје учинили су још

у почетку 19 в. Џемс Хал и Г. Ват и већ се онда дознало, да се растопљене силикатне масе скамењавају не само као аморфно стакло, већ и као кристаласти агрегат зрнасте структуре и да је за искристалисавање појединих минерала из растопа у првом реду меродавна брзина са којом се он разлађује. — После њих је Добре успео да произведе агрегат оливина, као што је лер-золит, а из смеше разнога гвожђа право метеорско гвожђе.

Фуке и Мишел Леви могу се сматрати као утемељачи синтетичне Петрогеније, јер су вештачки произвели велики број вулканских стена, и то напред прорачунатом смешом силиката и одређеним током разлађења растопа. Вештачки су произвели: андезит, лабрадорски порфирит, базалт и мелафир, нефелинит, леуцитит, леукотефрит и лерзолит и камене метеорите типа Соко-Бање.

Минералне састојке ових стена у одређеним пропорцијама они су стапали до највећег усијања, па, удешавали да се растопи разлађују поступно по фазама и периодама. Тако су на разним температурама добили разне минерале, а и разне структуре. На брзо разлађењу постаје сасвим хомогено стакло. Удесили се постепено лађење, добијају се узастопно разни минерали. Брзо су постајали оливин, аугит, енстатит; а за кристалисање фелдспата потребно је дуже време. Разлађење се може тако удешавати да се производе или лепо развијени кристали или микролити са стакластим остатком магме или без тога. Овим начином произведене су стене са трахитоидном структуром, обичном у лавичним масама и стене са офитском структуром, у којима су кристали фелдспата обухваћени зрнима пироксена.

После ових француских аутора по њиховим су методама експерименталним путем Немци Хусак, Делтер, Бауер, Шмуц, Петраш произвели разне базалте. Пољак Морозевић произвео је разноврсне базалте и андезите и једну врсту риолита, што је био први успех репродукције биотита, санидина и кварца. Ови минерали и њихови агрегати нису могли бити произведени из простих растопа, већ су се морали употребити и фактори минерализације и кристализације; треба растоп не прегрејавати и врло полако разлађивати.

ПРЕОБРАЖАЈИ СТЕНА — МЕТАМОРФИЗАМ. —

Врсте и фактори метаморфизма.

Буквално узета реч „метаморфизам“ обухватала би све могуће промене на стенама под утицајем врло разних сила; али се она сада употребљује у ужем смислу, јер су, као што је напред изложено, издвојене појаве распадања и дијагенезе стена. Реч метаморфизам обично сада обухвата оне промене, које на стенама врши унутарња земљина топлота и оне којима је главни узрок притисак, било од орогених покрета било од терета горњих наслага на нижим.

Обе ове врсте метаморфизма добиле су по неколико назива; први се назива: термални, вулкански, хемиски, контактни, периферни; а друга врста метаморфизма: динамички, механички, општи, а највише регионални јер је распрострањен на велике области, док је први у опште само локалан.

Агенти су метаморфозе: топлота, минерални раствори, гасови, притисак. Они никада не раде посебице, већ су увек удружени бар по два, те је и њихов резултат сложене природе. Још веће компликације долазе услед врло разноврснога минералнога састава стена, како оних које се метаморфишу (пасивне масе) тако и оних, које собом носе агенте метаморфоза (активне масе).

Где дејствује сам притисак, ту се јављају деформације кристала и измена структуре (коса шкриљавост, стилолити). — Сама топлота могла је доћи и дејствовати од неких интрузивних дубинских маса или од врелих вода (хидатотермичне метаморфозе).

При локалним метаморфозама превлађује час топлота, час притисак; оба су утицаја ограничена на блиску околину батолита, лаколита, вулкана, топлих извора. — Поприште регионалнога метаморфизма јесу понајдубли делови земљине коре, у геосинклиналама, у средиштима великих планина, које се набирају; њему су главни узроци висока топлота и велики притисак. Ако се на неким местима за време метаморфисања слојева под утицајем динамичнога притиска убризгала у њих еруптивна маса, онда је ту врло тешко познати, да ли је ново створена стена еруптивнога или седиментнога порекла.

Метаморфозе од додира еруптива (контактни метаморфизам).

Јављају се на додиру седиментних са еруптивним масама и у њиховој близини. Те масе, а нарочито гасови и паре у њима растворене утискују се у околне стене и то не само у њихове пукотине, већ могу и кроз да их прожму, па им предају велику топлоту (од 1000 до 1200°), изазивљу у њима велику молекуларну покретљивост, дакле способност да прекристалишу, да мењају и састав и структуру. Из лавичних излива гасови и паре ласно изветре, те им је дејство слабо, а у дубинским интрузијама задржавају се, те изазивљу веће метаморфозе.

Метаморфозе се састоје поглавито у овоме:

1) на додиру са вулканским врелим масама стене се сплеку, спрже силификују и затапају, а тиме губе и неке особине које су раније имале. Оваквога к а у с т и ч к о г а утицаја немају дубинске еруптивне масе плутонита, јер су ове мање вреле. Ефузивне пак масе немају следећих важнијих контакт-метаморфоза дубинских маса, јер им фале битни творитељи метаморфизма, који се у дубинама задржавају: прегрејана

вода и гасови. У интрузивним жицама и складовима вулканских маса може бити и ових метаморфоза, јер се у њима они агенти задржавају;

2) често се стварају нови минерали и то или само од градива прожете стене (по Розенбушу) или и од приноса из еруптивне масе (по Фукеу и Мишел Левију). При термалној метаморфози постају обично андалузит, кордијерит, гранат и т. д. Тако постају и нови минерални агрегати, који се с правом могу обележити као нове стене метаморфнога порекла;

3) у неким случајевима обична структура постаје зрнаста, призматична, приткаста; у шкриљавим стенама нестаје слојевитости те се постају кристаласте или бобичасте или чак и рожне.

Контактни метаморфизам обично је најјачи на самој додиру обе стене, а одатле опада зонарно, те се јављају као неки оквири (ореоле) метаморфисане стене. Тих зона може бити по две, три, четири; могу бити развијене неправилно или правилно око интрузивне масе; може на једној њеној страни и да их нема.

На јачину метаморфизма утичу ови фактори:

- 1) величина интрузивне масе;
- 2) њена температура;
- 3) брзина разлађења;
- 4) притисак стена у повлати;
- 5) минералоске особине како интрузивне, активне, тако и пасивне стене и

6) богатство у минерализаторима.

Што је већа и топлија интрузивна маса, то је веће њено метаморфно дејство.

Исте хемиске супстанције на разним температурама могу се разно комбинисати и дати разне минерале; а неки кристали могу променити своје и облике и физичке особине, ако се изложе другоме притиску и другој температури. Једно је дејство када температура пасивне стене расте, друго када је на своме врхунцу, а треће када топлота опада.

Већи се кристали граде када се загрејана стена споро хлади, но када се брзо разлади. Дуготрајна топлота, ма и нижа била, има утицај већег обима но брзо разлађење ма и веће температуре.

Већи притисак помаже стварање гушћих (специфично тежих) минерала.

Веће је метаморфно дејство киселих интрузивних маса, но базичних, јер су оне и веће по обиму, споро се скамењавају па дуже утичу на околне стене, а садрже и више јаких минерализатора, као што су бор, хлор и флуор. Највеће су метаморфозе од гранитових батолита и гранулита, па од сијенита; мање су од диорита, још мање од дијабаза и еуфотита.

Јачина и распрострањење метаморфоза под утицајем ових дубинских маса зависи, поред наведених околности, и од пробојности седних стена; ова је, пак, највећа код целљивих и скважљивих стена, те у овима убризгавање еруптивне масе иде на далеко.

Петрографске особине а нарочито различити минерални састави како интрузивних, активних, маса тако и седиментних, које се метаморфишу, изазивљу толико разноврсне последице, да се оне не могу под једно правило подвести, већ се имају тумачити у свакоме посебноме случају. Од многобројних могућих случајева овде ће се навести само неколико на главним групама седиментних стена, на пешчарима и глинцима, кречњацима, доломитима и на фосилноме угљу.

Пешчари. У најпростијој врсти пешчара, а то је када је он сложен само од зрнаца кварца цементованих само силицијом, не може бити хемиских и минералних измена, већ само прекристалисавања. На довољно високој температури нестану границе измеђ кластичних зрна и цемента па постане мозаик кристала међусобно уплетених (као шав међ костима лубање); то је онда не више пешчар већ кварцит, који се не разликује од кварцита, што постаје цементовањем на обичној температури или какав може постати и динамометаморфозом. — Један пешчар са мусковитом, а цементован са церуситом (код Guénéré у Енглеској) под утицајем интрузије гранита претворио се у тројаке кварците: најближи до интрузије постао је фелдспатни, лискуновити кварцит; у средњој зони створио се биотит и силиманит: кварцит, а у крајњој: лискуновити кварцит.

Крупнозрни глинасти пешчари (у Енглеској) претворили су се у гнај се разних варијетета обележене минералима контактне метаморфозе (цијанит, стауролит, гранат). — Под утицајем врелих вулканских маса (на пример базалта, дакле термалне метаморфозе) неки су пешчари стопљени као стакло, неки су само по површини цахлаисани.

Глинене стене ласно се метаморфишу, јер су хомогено зрнасте и целљиве; метаморфишу се често чак на 4 и 5 километара далеко од интрузије.

Под утицајем интрузивних маса глинци често губе шкриљавост и слојевитост, постају пегави и грудвичави, а добијају нове минералне примесе, међ којима су најкарактеристичнији: андалузит (чијастолит), кордијерит и гранат. Ако садрже угљених делића ови се претварају у графит. — Као тип њихових метаморфоза наводе се шкриљци код Штајгера у Вогезима, на којима је, по Розенбушу, велика маса гранита произвела ове три метаморфне зоне: 1) у спољној зони глинени шкриљац добио је црне угљене пеге и бобице („пегави аргилошист“); 2) у средњој зони пеге су се умножиле, маса прекристалисала и створили се кварц и лискун, те нови агрегат има изглед микашиста („бобицави микашист“); 3) унутарња је зона постала рожнац андалу-

лузитни са лискуном и кварцом. — Сличних метаморфоза глинаца, са неким локалним варијацијама, констатовано је на врло много места, где су они дошли у додир са интрузијама гранита. Тако су на тим местима постали аргилошисти и други шкриљци са чијастолитом, биотитом, гранатом, кордијеритом и т. д.

У Ческој се поред базалта глина из терцијернога терена претворила у јаспис и порцелан.

Кречњаци су разни па су им разноврсне и метаморфозе. Најчистији је агрегат од самога калцита или арагонита, а кашто можда, и у аморфноме стању. Када се пече у присуству ваздуха разлаже се на креч и угљен диоксид, који гас ветри из пећи. Али ако се жари под притиском на коме овај гас не може да ветри, онда нема дисоцијације једињења, базе и киселине, већ само прекристалисавање калцита. Оваком термалном метаморфозом обичан чист кречњак претвара се у мермер, а то се и експериментом постигло. У мермер се претворила и креда у близини жеце базалта (Ирска). Метаморфозом разних кречњака постали су чувени мермери за скулптуру: код Караре у Италији од тријаснога кречњака, — на Пентеликону и Химетосу код Атине од Кретацејскога — на Мрамору крај Мраморнога Мора од Еоценога кречњака. Вероватно је да су таквога порекла и оне огромне масе мермера у архајским кристалистим шкриљцима.

Ако у кречњаку има силиције онда се у њему ствара властонит (калцијум-силикат), и кречњак се претвара у властонитски мермер. Ако ли силиције има у довољној количини да веже сву калцију, онда постаје агрегат од самога властонита т. ј. властонитит. Ако поред силиције има и глине онда се под утицајем топлоте и притиска у кречњацима стварају још гранат, идокраз (везувијанит), анортит; има ли пак и магнезије онда се стварају пироксени. Кречњаци се тада зову мермери са надимком од главнога ново створенога силиката.

Пнеуматолитске реакције флуора, хлора, бора изазивљу стварање топаза, флуорита, турмалина, апатита, аксинита и т. д.

Под утицајем тоналита на „мушелкалк“ на Адамелу, оближња кречна маса изгубила је слојевитост, а фосили су у њој поништени.

Доломити се такође метаморфишу на великој топлоти. Загревањем чистога доломита гради се калцит и магнезијум оксид (периклас) који се хидратише у бруцит ($MgOH_2$), а цео агрегат постаје мермер с бруцитом (предацит у Тиролу). У извесним приликама нема овога разлагања на два минерала, већ цео доломит прекристалисава као такав и постаје мермер-доломит.

Силиковити доломит претвара се у агрегат калцита и магнезијум-силиката (форстерит) који се назива **форстеритски мермер**. Али се овај минерал лако хидратише и претвара у серпентин, те агрегат постаје офикалцит. Чувен је онај офикалцит у Канади са зеленим и белим тракама, за које се мислило да су трагови праживотиње *Eozoopna*.

Ако у доломитима има велика количина силиције, алуминије и друге нечистоће онда се у њима стварају амфиболи и пироксени (диопсид) и други силикати, а од њих постају нови агрегати: диопсидни мермер, диопсидит, властонитски диопсидит, скаполит, спинелни форстерит.

Ако читава једна серија глинаца и кречњака подлегне термалној метаморфози, онда се у новој серији слојева смењују рожнаци и мермери.

Фосилни угаљ се мења на контакту са еруптивним масама; али се и ове масе промењују, јер његова редукујућа моћ омета образовање минерала у еруптивној маси. На додиру једног дијабаза са угљеном (у Шкотској) еруптивна маса у жицама није кристалисала, већ се претворила у белу глинасту материју („бели трап“). — Дајкови перидотита (у Бенгалу) стопили су пешчаре на контакту и изазвали у њима стубасто лучење; и угаљ се излучио стубасто и претворио у кокс. — На додиру с долеритом (код Ледисмите) пешчар се претворио у калцит, а угаљ у графит. На више места, из угља су, под утицајем топлоте, изветрили гасни састојци, а он се претворио у мек у чађ. — Ерупција базалта код Мајсега (Саксонска) претворила је лигнит по овоме реду: у непосредноме додиру са базалтом постао је антрацит; испод њега: приткасти камени угаљ; даље: смоласти, сјајни карбонит, па воштани светлцуави и најзад загасито црни камени угаљ; овај се, дакле, поступно развио из првобитнога лигнита.

Егзоморфозе и ендоморфозе.

Метаморфизам што га изазивљу еруптивне масе у стенама које додирују зове се често егзоморфизам (егзогени или егзоморфни метаморфизам) за то што се врши ван тих активних маса. А како и сама еруптивна магма од додира са другим стенама трпи често неке метаморфозе, то се ове унутарње, сопствене промене, за разлику од оних спољних зову ендоморфозе (ендоморфизам, ендогени, ендоморфни метаморфизам). Напред изложене појаве контактне метаморфизме седиментних стена јесу егзоморфозе под утицајем гранитских маса. Ваља их допунити примерима метаморфоза и од других дубинских стена, а и примерима промена на овим самим.

Егзоморфозе. Велике минералне и структурне промене дешавају се на дијабазним стенама када до њих дођу плутонске масе. На место обична два главна састојка, лабрадора и аугита и једнога спореднога, илменита, створили су се: секундарни плагиоклас и аугит, биотит, амфибол, гранат, епидот, титанит, калцит и кварц. А структура, која је у дијабазима била зрнаста, а у њиховим порфиритима порфираста, постала је корнитска, рожна, као што је цела стена претворена у неку врсту дијабазног

рожнаца. — Неки амфиболити с гранатом и хлоритошисти могли су на тај начин постати од базичних еруптивних стена и њихових туфова; а од габро-стене могао је тако постати еклогит, састављен од метаморфнога црвеног граната и зеленог пироксена (омфацита).

Громаде лерзолита утиснуте у кречњаке или лапорце, створиле су од ових лискунске и амфиболске шкриљце и рожнаце, са много метаморфних минерала, на чије су стварање утицале и дубинске фумароле. — Сличне су промене у Пиринејима произвеле и офитске стене.

О фитски дијабази претворили су понегде аргилошисте у адиноле и рожнаце; а ту су постали и спилозити и десмозити.

На додиру са дијабазом један склад хематита у Насави претворио се у магнетит, а на другим местима у Немачкој у магнетит се претворише рудишта не само и хематита, већ и лимонита и пирита.

Егвогени укрупци, то јест комади од страних стена који су тако чести у еруптивним громадама, жицама, сливовима, вулканским туфовима и пројекцијама, ушав у магму трпе у њој разне метаморфозе од додира са њом. Ту они могу бити спржени и мање више нагржени по површини, или делимично промењени или сасвим асимиловани. Слабо се мењају ако им се састав не разликује много од састава магме; на пример: укрупци перидотита у базалтима не мењају се, а у трахитима се растапају. Метаморфозе уклубака зависе још од њихове величине, топлоте и брзине хлађења. Ако су укрупци од сложених агрегата неки минерали могу да се сасвим метаморфишу (фелдспат и кварц), а други да се одрже у своме првобитноме стању.

Ендоморфозе. У самој још неконсолидованој еруптивној маси на додиру са другим стенама дешавају се промене: у структури и у минералним састојцима.

Структура се мења поглавито зато, што се еруптивна магма при додиру са раније посталим стенама брже хлади но у својој унутрашњости. Ту се у граниту, место обичне зрнасте јављају структура: компактна, порфирска, микрогранитска. — И сфероидна структура јесте обично једна ендоструктура агрегата из пограничне области; у гранитима она се развија по периферији громада као и порфиرويدна и микрогранитска.

Ендоморфизам је нарочито значајан променом хемиске природе еруптивне магме. Ова је неминовна када магма обухвати и потпуно асимилује велике егзогене комаде. На томе је основана асимилациона хипотеза о постанку и смештању гранитских громада, коју су француски аутори поткрепили штудијама тих громада у Пиринејима, у Средњој Француској и у Бретањи. Тамо су се врло велике промене десиле у гранитским масама нарочито

онде где су оне обухватиле велике масе кречњака у које су се утисле. — Ту су се могли десити разни хемиски процеси. Може бити да су ту знатан утицај имале и дубинске гасне еманације са јаким минерализаторима, који су дали мноштво минерала рудовитих и неметалних.

Фумаролске и пнеуматолитске метаморфозе.

Топле фумароле садашњих вулкана производе промене минералскога састава и структуре стена у близини вулкана, кроз које пролазе. У њима су активни: врела водена пара, сумпор водоник, хлороводонична, сумпораста и сумпорна киселина.

Под утицајем сумпорних пара стене се троше, постају шупљикаве, туфозне, а глиновате побеле или пожуте. У њиховим распадинама ствара се много гипса, стипсе, пирита, сумпора и соли, а често и каолина и опала. Под утицајем хлорних и сумпорних пара у друзама стена на Везуву образују се аугит, амфибол, биотит; леуцит се претвара у содалиту. — Еналогени укрупци у лавама добили су такође сличне фумаролске минерале. У кречњачким укрупцима постало је много силиката калције (лепи кристали граната, идокраза, волстонита и т. д.) — И хладне фумароле могу да производе нове минерале.

Под утицајем солфатара кречњак прелази у гипс (алабастер).

Ако су фумароле удружене са струјама врелих вода, онда је метаморфно дејство њихово још много јаче.

Под утицајем топлих вода, које потичу из близине вулканских маса и које су обично пуне силиције, лапорци, вапнаци и глинци постају врло рожни; пешчари прелазе у кварците; конгломерати у пудинге. Из реакције таквих вода са металним сулфатима постају неке рудне жице. — Сем поменутих, суделовањем термалних вода извршиле су се још неке друге контакт-метаморфозе (хидротермалне метаморфозе).

Све промене изазване вулканским гасовима Бунзен је назвао пнеуматолитске; овај се назив сада чешће примењује само на утицаје гасова флуора, бора, хлора у дубинама. Утицај њихов на околне стене зависи много од особина тих стена. Најосетљивији изгледају кречњаци, јер они гасове највише апсорбују и најдуже их задржавају; стога су у њима пнеуматолитске промене највеће. Много мање су променљиви пешчари и глинци.

Петрографски најинтересније пнеуматолитске творевине гранитоидних маса јесу у њима самим, а и у оближњим стенама. Под утицајем паре и гасова, што се из тих маса издвајају, може у њиховим периферним зонама да се створи много нових састојака, а да им се измени

и структура. Карактеристични су нови минерали, турмалин, топаз, флуорит, аксинит, рутил, каситерит. Има их кашто у толикој количини да се говори о турмалинисању, топазирању гранита. У базичним масама пнеуматолити су дали много зеолита (апофилита).

Са дубинским фумаролама дошле су и разне металичне материје (Fe, Zn, Cu, Pb, Mn, Bi, Ag и т. д.), које су по негде нагомилане у права рудишта. Значајне су врло жице бакарне и калајне руде. Графит на Цејлону доводи се такође у везу са некадашњим еманацијама од CO₂, CO или цијанских једињења (каситерита). Фумеролама се приписују нека лежишта апатита. Пнеуматолити су суделовали и стварању структуре пегматитске и аплитске и грајзена из гранита и у стварању кварца.

Фумароле, дакле, како перифериске тако и дубинске, играле су велику улогу и при стварању и при метаморфисању, и ефузивних и плутонских стена и рудних жица.

Регионални или Динамо-метаморфизам.

Он је много општији и много дубљи но контактни метаморфизам. Он се врши поглавито у најстаријим, најдубљим и најдебљим серијама седиментних стена; али се он извршио и на стенама из виших, млађих катова. Њега производе поглавито ове три силе: 1) топлота, било примордијална топлота Земље, било она која постаје услед трења маса и великих хемиских реакција у њој; 2) притисак, било великих делова Земље у покрету, било од терета стена у повлати; 3) дубинске воде са својим растворицима и гасови, чија је снага повећана услед веће топлоте и притиска у дубљим областима. Ове све три снаге постоје у дубини, и све три ваља да суделују да би се извела онако потпуна метаморфоза стена као што је, на пример, претварање седиментних стена у кристаласте шкриљце или чак у неке гранитоидне агрегате.

И овај метаморфизам зависи од минералашкога састава и структуре стена. Он се не врши онако брзо као онај од контакта, већ може трајати врло дуго и развијати се врло поступно. — Он се спажа, кадшто, само по некој незнатној промени структуре или по делимичној промени састојака, а по некада је наступила потпуна промена и минералнога састава и структуре агрегата.

Молекуларна структура, измени се под притиском и напоном, на пример, у толико што изотропска материја постане анизотропска, — што се у кварца изврши оптичка деференцијација појединих делића, те се више не понаша као једноставни кристал; — што раван оптичких оса у ортокласу промени положај („деформисани ортоклас“, санидин);

— што се у кристалима плагиокласа и калцита умноже полисинтетни близанци; — што се појача цепљивост и код минерала код којих је већ била јака.

Већи од тога ступањ деформација јесте, када се неки део у стени (један минерал, зрно, шљунак, фосил) развуче, спљошти или здружи, што даље води промени структуре целога агрегата.

Структурне промене агрегата изражене су постанком нових видова структуре: гнајсна, сочиваста, класто-порфиرويدна („малтераста“), катакластична. То је основа новим особинама: цепљивости, шистозности ит. д. Ове секундарне структуре могу се сматрати као варијетети шистозне структуре карактерисане, у главноме, тиме што је бар један састојак оријентисан већином у једноме правцу. Овај паралелизам секундарнога је порекла, јер је постао под притиском. Правац новог оријентисања састојака зависи највише од правца у коме су они могли измицати испред притиска; није, дакле, увек управан на правац притиска, као што се често наводи. Варијетети шистозности одређени су њеном већом или мањом савршеношћу, а и величином састојака.

Цепљивост метаморфних стена није то исто што и цепљивост минерала; у овима она зависи од молекуларнога склопа, а у стенама је створена под притиском. Стена може да постане цепљива и услед простог нагомилавања терета над њом или услед многострукога набрања; у првоме случају цепљивост је обично упоредна са равнином таложења, а у другоме је обично управна на правац притиска.

Милонитска или бречаста структура постала је када је притисак с трећем био толико велики да је ишчекао сваки траг првобитне структуре у агрегату, а чија се минералашка природа може још којекако распознати. То је овде крајњи ступањ динамометаморфизма структуре. То се виђа обично на дну великих брдских пласа, које су се дуго и из далека повлачиле преко других становитих, отпорних маса: покрови, навлаке, шаријаже.

Гипкост. — Да би се објаснила могућност промене и појединих састојака и целога агрегата као и савијање кртих слојева без преламања, претпоставило се да стене у великим дубинама, нису сасвим чврсте, већ да су под оним великим притиском довољно пластичне или савитљиве те да се, до извесне мере, могу прилагодити орогеноме потиску и мењати се. Најпластичнији би били глинци, и њима сличне стене, које су састављене од лако покретних делића или савитљивих листића. Пешчари са глиненем цементом могу се савијати, а са кварцним се

дробе. Слојеви иначе крте камене соли под великим притиском толико су пластични да су без пуцања посавијани у збијене боре. — И састојци кречњака могу под великим притиском донекле да се преобразе, а да се не здробе. У неким глиеним и битуменским вапнацима под притиском издвојиле су се ситне скраице од тих примесака, па су вапнаци од тога добили неку врсту флујдалне структуре. — Доломити се под притиском раздрузгају у бречију. — Сасвим је незнатна пластичност фелдспата, кварца и феромагнезиских минерала; с тога се услед динамометаморфизма у њиховим агрегатима развијају микробречасте структуре (катакластична, малтераста, милонитска).

Хемиске и минералне промене стена услед динамичких дислокација могу бити разноврсне и врло карактеристичне. — Никакве хемиске промене не може бити ако је агрегат прост, ако је, на пример, од чисте силиције, било кристалисане било колоидне. Ту силиција само прекристалише у њену најгушћу форму, то јест у кварц, па агрегат постаје кварцит. — Ако није маса од чистог калцијум-карбоната, метаморфисаће се у чист мермер. — Нечисте кречне стене добијају секундарне минерале, као и при контакт-метаморфози, међу којима превлађују амфиболи те постаје тремолитни мермер.

Разни фелдспати разно се и владају. Ортоклас и микроклин обично само прекристалишу; стога су одржани у гнајсима и другим кристаластим шкриљцима. Плагнокласи се претварају у лискун, епидот, зоизит, гранат, хлорит; с тога су плагнокласи ретки у метаморфним стенама. Само се албит јавља као карактеристичан састојак у албитном гнајсу, који је постао из фелдспатног пешчара. Од ове стене може да постане и кварцни микашист.

Лискуни (биотит, мусковит, серицит) постају динамометаморфозом разних минерала, па и из најфинијега муља, с тога су чести у метаморфним шкриљцима.

Амфиболи могу постати из пироксена, хлорита и серпентина. Тако је из неких хлоритних и амфиболних пешчара постао амфиолошист, који се тешко разликује од таквог истог агрегата, који је постао од базичних еруптивних стена.

У глиеним стенама са доста алуминије, магнезије и креча постају ови алумо-силикати: андалузит, стауролит, цијанит, силиманит кордијерит, гранат, глаукофан, скаполит, као што постају и услед контакт-метаморфоза. За метаморфне шкриљце ове групе најкарактеристичнији су минерали: цијанит и гранат и њихови агрегати, цијаношист, гранатошист, гранатни микашист.

Сем силиката у метаморфним се стенама обилно стварају и минерали гвожђа (хематит, магнетит) и титана (рутил, брукит и анатаз)

а и сфен, ако седимент има доста силиције. Од ових примеса неки су шкриљци добили своје надимке.

Графит постаје у глиеним масама у којима има угљенога градива. И он карактерише нове агрегате, на пример графитни микашист.

Динамометаморфоза еруптивних стена врши се под напред изложеним приликама и условима динамометаморфизма у опште.

И овде се види, да су се састојци нормалних еруптивних агрегата под великим динамичким притиском померили, развукли, паралелно поврстали, па је структура стене постала шкриљаста; испуцали су искомадали се и уситнили, те је агрегат добио кластично-порфиرويدни изглед. У овој појави главно је, дакле, неко деформисање састојака, и ништа се ново у овом случају не ствара. Али услед динамометаморфизма и еруптивне стене промењују не само своју структуру, већ могу да промене и свој обични минерални састав, па и начин свога геолошкога појављивања. Тако се на место првобитних еруптивних маса разнога састава и облика јављају њихови слојевити замењеници: кристаласти шкриљци.

На много места доказане су несумњиве генетске везе измеђ гранита и неких гнајса.

Неки серицитни шкриљци у очигледној су вези са кварц-порфирима, од којих су јамачно и постали. Исто се може рећи и за одношаје неких зоизитних зелених шкриљаца са габро-стенама. Вероватно је пак да су и динамометаморфозом од дијабаза постали: епидиорити и неки амфиболити, дијабазни шкриљци и хлоритошисти.

Врло је вероватно, да при оваквим сложеним динамометаморфозама динамички притисак није једини фактор, већ да ту суделују и топлота и хемиске акције.

Притисак је олакшао хемиске акције већ и самим тим што је здобио минерале, чиме се увећала површина за те акције; олакшао их је и тиме што је увећао топлоту у целој маси покренутих стена. Суделовањем дакле притиска топлоте и хемиских фактора може се лакше објаснити не само прекристалисавање неких састојака, већ и потпуно метаморфисање једних у друге („преминералисање“) што је карактеристична појава динамометаморфизма.

Главни геолошки производ динамометаморфизма јесте стварање битнога, основнога и најмоћнијега дела земљине коре, то јест кристалистичне стена са шкриљастом структуром.

Упоређењем контактнoгa и динамичкoгa метаморфизма истичу се све њихове особине: контактни је у близини ерупције, а динамични у земљиним наборима, угесинклиналама. — При првoмe се стене често спрже и стапају, а тога нема код другoгa. У oбa случаја угaљ се претвара у антрацит. У првoмe случају има пнеуматолитских акција, а претпоставља се да их у другoмe нема. — При првoмe се промене изводе са добитком и неке стране материје, а у другoмe то није ни сигурно ни често. — Производи првoгa имају хемиски састав јако различан од првoбитнoгa, а у другoм је тај састав у главнoмe, у целини, слабо промењен. — У првима је нова структура већином зрнаста, а у другима шкриљаста. У oбa случаја нови су агрегати више кристаласти но стари од којих су нови постали.

Обичне метаморфозе еруптивних стена.

Најoбичније промене у силикатним еруптивним стенама јесу оне које се врше под утицајем вода, пошто су стене консолидовале, било вода понорница (вадозне воде) било топлих дубинских раствора. Те промене, назване хидроморфозе, (хидатоморфозе и метасоматозе) изводе се на једном или на више састојака или на целој стени у толикој мери да се њено првобитно тело измени (метасоматоза).

Промене главних силикатних минерала под утицајем вадозних вода, приказане су приликом излагања хемискогa рада воде (хидратисања, оксидисања, карбонатизације и т. д.). Резултати рада топлих дубинских вода изражени су метаморфозама, од којих су ове понајчешће: каолинисање, силицификовање, серицитисање, пропилитисање и т. д. Ове и друге метаморфозе, које ће се овде навести, постају суделовањем разних процеса, те у њима имамо представљене учинке свију главних врста метаморфоза: хидро-, пиро-, пнеумато и динамометаморфозе.

Пропилитисање је процес извршен у андезитима, лабрадоритима, дацитима, трахитима и риолитима. Он се састоји у девијатрификацији аморфногa остатка магне и претварању микролитске масе у зрнасти агрегат кварца, фелдспата, калцита, епидота.

Уз то иде и стварање много хлорита (на рачун биотита, хорнбленде, аугита, серицита) и каолина (из фелдспата) и пирита (импрегнацијом сулфида). Ово је једна пнеумато-хидротермална метаморфоза. Ова се врши у близини рудних жица, које су такође у главнoмe производ тих сила. Стене ту oбично позелене („гринштајни“).

Сличним минералним променама постали су неки „зелени шкриљци“, али узрок овим променама ваља тражити поглавито у динамометаморфози стена.

Зеолитисање, то јест стварање зеолита велико је у оним еруптивним стенама, које имају много фелдспатоидних минерала: нефелина, леуцита, содалита, мелилита, а изложени су термалним

утицајима. Када се нађу у површинскомe слоју земље зеолити се даље трансформишу предајући земљи свој калијум тако потребан исхрани биљака.

Серпентинисање се врло ласно врши на базичним феромагнезиским састојцима.

Талкисање је веома распрострањена појава, јер талк постаје под разним погодбама, од врло многих минерала, силиката магнезиских и немагнезиских и од несиликата (доломит).

Хлоритисање је такође врло честа појава, јер скоро сваки феромагнезиски минерал може да се претвори у неки хлорит (виридит, хлоропит, прохлорит).

Глаукофанисање се јавља у многим стенама еруптивним, а и седиментним. Глаукофански кристаласти шкриљци постали су, како где, из габра, диорита, дијабаза, дијабазних туфова.

Уралитисање је претварање пироксена у зелени амфибол (уралит). У највећим размерама оно се извршило у оним дијабазима и габро-стенама који су се под притиском, динамометаморфозом, претворили у амфиболошисте, епидиорите и епидијабазе.

Епидотисање је врло често од фелдспата, али бива и од хорнбленде, аугита и биотита. Епидозити су постали од дијабаза и аугит-порфира.

Зоизитни шкриљци могао је да постане из диорита претварањем плагиокласа у зоизит.

Сосиритисање је приметно на плагиокласима базичних стена. Из oбичногa габро постао је сосиритни. Сосирит није прост минерал као што се негда мислило, већ је то агрегат зоизита oдносно епидота и албита.

Серицитисање је стварање белог, меког лискуна из фелдспата нарочито из ортокласа највише под утицајем орогеногa притиска, веће температуре и воде. Услед сложеногa рада ових сила серицитни шкриљци могу постати како из еруптивних стена: гранита, кварц порфира и дијабаза, тако и из аркозе и аргилошиста.

Каолинисање обухвата стварање не само каолина и глине, већ и боксита и латерита. Разни процеси постанка каолина из фелдспата помињати су напред неколико пута. Највеће масе каолина постале су из гранита, па липарита; дакле из стена, у којима је главни фелдспат ортоклас.

IV. ПОСТАНАК ПОЈЕДИНИХ ГРУПА СТЕНА.

Напред изложене процесе стварања и промењивања стена у опште и процесе постанка њихових битних особина, ваља применити на тумачење постанка појединих родова стена у трима великим групама стена: еруптивним, седиментним и метаморфним. Како се све разне врсте стена у генетскомe погледу групишу око неколико главних типова, то ће се следећа историја постанка детаљније приказати само на тим типовима. Одмах ваља признати да није ласно одабрати и утврдити

типове стена, јер међ стенама нема врста, родова и племена у ономе смислу у коме се узимају и схватају међ животињама и биљкама. С тога се петрографи врло јако разилазе у погледима како ваља стене дефинисати и класификовати. То се нарочито види у великој групи еруптивних стена.

ЕРУПТИВНЕ СТЕНЕ.

Класификација — Сви се геолози слажу да се еруптивне стене могу поделити на групе: плутонских и вулканских стена; али, докле једни мисле да су те две групе оштро одвојене, други налазе да има прелаза првих у друге.

Сви су геолози негда мислили, да су се плутонске стене стварале само у старим геолошким временима, али се утврдило да су се неке убризгавале у кору земљину и у млађим периодама, а неки мисле да то и данас бива. — Сви су геолози усвојили били да вулканске стене деле на старије и млађе, јер су у Немачкој палеозојске ерупције растављене од терцијарних дуготрајним мировањем за времена мезозојска. Међутим та шема не вреди за остале земље међу које долазе и Србија, па се оваква деоба стена по старости ерупција мора напустити. Ако је и сада још у по неким дефеницијама задржавамо, поглавити је разлог што су производи старијих ерупција подлегли већим променама својих особина, по којима се распознају од млађих.

Сви су петролози признали важност квантитативног хемискога састава стена, али је велики број оних, који не пристају да се еруптивне стене класификују само по хемијској природи своје масе, као што то предлажу амерички аутори Крос, Идингс, Пирсон и Вашингтон. Хемиски састав једне исте стене може да варира. За квантитативну анализу стена треба дуго времена. Једна иста хемиска маса може да произведе разне минерале и стене; по минералошкоме саставу стене може се закључити какав је и хемиски, а по овоме се не може одредити минералошки. С тих разлога, од хемиских података сада сви још воде рачуна само да ли стена спада у групу киселих, базичних или неутралних, што је већ Ели де Бомон разликовао.

Француски аутори Фуке и Мишел Леви предложили су (1879 г.) класификацију еруптивних стена по минералошкоме саставу и структури, то јест по особинама које се могу одмах запазити и одредити. Усвојили су били и геолошку старост као трећу карактеристику за класификацију, али су доцније ово напустили, када се доказало да су чак и гранити могли постајати у свима геолошким периодама.

По минералошкоме саставу они су груписали еруптивне стене у ове редове: 1) са фелдспатима и кварцом или без кварца 2) са фелдспатима и фелдспатоидима 3) са фелдспатоидима без фелдспата; 4) без

белих састојака. У свакоме реду врсте се одређују према главном бојеноме састојку у стени. — По структури се разликују ова четири типа: 1) зрнасти; 2) микрозрнасти; 3) офитски; 4) микролитски.

Немачки а и многи други аутори усвајају класификацију еруптивних стена, коју је детаљно израдио Розенбуш. За прве категорије он — као и А. Гики — узима геолошко појављивање стена. То су у првоме реду опште примљене велике групе дубинских (плутонских, абисалних, интрузивних) стена, које се појављују као лаколити, батолити, стогови, складови; и ефузивне (вулканске) стене које се изливају на површину литосфере, или по сувоме копну или по дну мора. Трећа оригинална група стена биле би стене у жицама, то јест еруптивне стене, које се само у жицама појављују. Ова разна места консолидације стена морају разнo утицати на кристализацију еруптивне масе и произвести разне петрографске типове.

У групу дубинских стена Розенбуш увршћује фамилије: 1) гранита, 2) сијенита, 3) елеолитна и леуцитна сијенита, 4) диорита, 5) габра и норита, 6) перидотита и пироксенита, 7) есексита, 8) тералита и шонкинита, 9) јолита и мисурита.

У групи вулканских стена разликује фамилије: 1) липарита и кварцпорфира, 2) порфира и кератофира, 3) фонолита и леуцитофира, 4) дацита и кварц-порфирита, 5) андезита и порфирита, 6) базалта, мелафира, дијабаза, 7) пикрит-порфирита, 8) трахи-долерита, 9) тефрита и базанита, 10) леуцитних стена, 11) нефелинских стена, 12) мелилитних базалта 13) лимбургита и аугитита.

Факат да су неке еруптивне жице поглавити ако не и једни геолошки облик у коме се неке стене појављују, навео је Розенбуша, да те „жичне стене“ групише у засебну категорију измеђ групе плутонских и ефузивних стена. То би, по његовом мишљењу, били мали издаци еруптивних великих маса, од којих се разликују нешто структуром а у неколико и састојцима. Дубинске су масе само своје, аутономне; а у жицама има састојака, који зависе од природе околних стена и од еманација. Околне стене утицале су да се створе и нарочите структуре и то кроз целу жицу, а не само по њеноме ободу, као што бива код дубинских великих маса. — Присталице овакве класификације еруптивних стена поделили су „жичне стене“ у ове три групе: 1) гранит-порфирске, 2) аплитске, 3) лампрофирске. Рине их назива шизолити, да их истакне као производе сепарација, сегрегација, било да су огромне (порфиرويدни плутонити), било у жицама (аплити, лампрофири).

Очевидно је, дакле, да су све ове „жичне стене“ у непосредној вези са плутонским масама, да су то њихови истањени издаци са неким променама, тако малим да не оправдавају покушај да им се у класификацији еруптивних стена даде онолико аутономије колико групама плутонских и ефузивних стена. А вероватно је да ће се такве исте стене наћи и у другим геолошким облицима, а не само у жицама.

Преглед главних еруптивних стена (по Розенбушу)

	Киселе стене		Бавичне стене			
	Кварц + Ортоклас [Плагноклас] + Лискун [+ Амфибол, Пироксен]	Ортоклас (Плагноклас) + Амфибол [+ Лискун, Пироксен, Лискун]	Плагноклас + Пироксен	Плагноклас + Пироксен + Нефелин или Леуцит или Оливин	Пироксен + Нефелин или Мелилит или Леуцит или Оливин	Оливин + Пироксен
Плутонске стене	Гранит	Сијенит + нефелин = Алкали-сијенит. Елеолит-сијенит	Диорит + кварц = кварц-диорит	Норити	(Мисурит)	Перидотит Пироксенит
	Алкали-гранит	Сијенит-порфир	Диорит-порфир	Норити	(Мисурит)	Перидотит Пироксенит
Порфирске Шиволити	Гранит-порфир	Сијенит-порфир	Диорит-порфир	Норити	(Мисурит)	Перидотит Пироксенит
	Аллит Пегматит	Минета (+ лискун) Вогезит (+ амфибол)	Керсантит	Норити	(Мисурит)	Перидотит Пироксенит
Старији Вулкани	Кварц-порфир	Порфир без кварца	Андезит	Меладит	Нефелин-ба-зали	Пикрит
	Фелсит-порфир	Кератофир	Андезит	Меладит	Нефелин-ба-зали	Лимбургит
Млађи Вулкани	Липарит (риолит)	Трахит	Андезит	Меладит	Нефелин-ба-зали	Лимбургит
	Липарит (риолит)	Фонолит	Андезит	Меладит	Нефелин-ба-зали	Аугитит

Имена проређена означују алкалне стене, а обичним словима алкално-квечне.

А. ПЛУТОНСКЕ СТЕНЕ

— ПЛУТОНИТИ —

Киселе плутонске стене

Главни типови ових врста стена јесу: гранити и сијенити.

ГРАНИТИ.

Гранити су највише распрострањени, најбољи и најсложенији представници плутонских формација. Стога ће се овде нешто подробније, но код следећих плутонских творевина, изложити све што се тиче њихова постанка и промењивања.

За разлику од вулканских стена, које су своје скамењење довршиле тек пошто су се излиле, код гранитоидних стена нема сливова, ни аморфних производа, ни пројектила, нити се у њима разликују две сасвим оделите периоде у консолидацији. Кристализација појединих састојака извршила се: 1) врло полако, 2) сва у дубини, 3) под притиском, 4) у затвореном простору; 5) на миру, 6) поступно по извесном реду и 7) уз суделовање минерализатора. Ти састојци нису постали само у растопљеној врелој магми, већ и под утицајем вреле воде. Гранити су дакле стене хидатопирогене. Утицаји воде познају се по присуству минерала, који без ње не могу постати. Она је учинила те је силиција кристалисала као кварц, а не као тримит, који се ствара у лавичним масама без воде. Она је допринела те се консолидација гранита могла извршити и на релативно малој температури, од 800° до 600° па и до 400°. Гранит може да се одржи чврст на топлоти од 1000° до 1200°, а преко тога не. Неки његови састојци могли су постати и на високој температури, а други (ортоклас и кварц) на сниженој. У главноме је при њиховоме стварању владала наведена средња топлота.

Ред постајања појединих састојака.

1. Прво су постали стални споредни састојци апатит, магнетит и циркон у још усијаној магми, дакле на високој температури без утицаја воде, која се у таквој врелини могла наћи само растворена као дисоцирани, одвојени Н и О или као емулзија у виду микроскопских меурића. Магма је била тастаста, а не течна, те ова три створена првака нису пала на њено дно већ су равномерно по њој расути.

2. У другој су фази створени бојени састојци овим редом: биотит, хорнбленда, аугит; па за њима нешто и плагнокласа. Магма је још била истог састава као у почетку, али се микроскопски меурићи воде почињу скупљати у мале капљице, те маса постаје хладнија, мање густа и помало течна. Флујдалност магме овде, дакле, зависи од присуства воде, а не од веће топлоте као код вулканских стена.

3. У трећој фази почиње минерализаторски рад воде: она пола- гано раствара аморфну стакласту материју магме, издваја из ње орто- клас и ослобођава силицију. Ова кристализација траје врло дуго, и са све већом снагом, тако да су последњи кристали ортокласа већи од првашњих. При крају ове фазе створени су они крупни ортокласи, у порфиroidноме граниту, а такође и груде и сфероиди у кугличастим гранитима. Воде се још више накупило; маса је по- стала још жиђа, што сведоче млазеви и поворке диференцираних са- стојака; али су ти покрети били врло мали и лагани, далеко од оних у житким лавама. На крају ове фазе магма је остала, вероватно, само са силицијом која је почела кристалисати у виду кварца. Али има геолога који мисле да је и последњи остатак магме био ипак једна смеша и то одређених размера (еутектична) и да је од њега постао не само кварц, већ и примерци других састојака, али увек без могућности да се развију правилни кристални облици.

4. У овој фази извршена је потпуна кристализација гранитскога кварца, који је врло ретко имао слободна простора да развије по коју правилну форму своју, већ се у виду неправилних зрнаца ска- менио међ претходним састојцима, или се убризгавао у њих (верми- куларни кварц) или са њима доста правилно срастао (микро- пегматит).

Чим је овако довршена консолидација гранитске масе на многима од њих постале су појаве пнеуматолитских акција. По кристали- зацији и последњег састојка, кварца, остале су услед контракције многе шупљике (миаролитске); у овима се ослободише и борна и флуорна пара, које са минерализаторским водама створише оне ретке, особене пратиоце неких гранитских фела: турмалин, кордијерит, гранат, титанит, берил, корунд, топаз, флуорит, каситерит, апатит и т. д. То је периода метаморфоза, периода стварања око гранитских ма- сива жица обичних и металоносних (злата и калаја).

Места консолидације гранита. Мислило се (Сис) да су гранитне масе дошле мирно из дубине у готове шупљине, али је вероватније (Мишел-Леви), да су оне са извесном снагом надирале, слојеве ра- стављале и саме себи места чиниле. У тим просторијама скаменише се у виду громада неправилних или са обликом елипсоида, балона, кубета, из којих су избиле апофизе, жице, дајкови, које могу до- пирати близу до површине. Све су те гранитске масе испољене сада на површини услед денудација, које су могле допрети до њихових некадањих лаколита или батолита. Ове громаде могу бити огромне, — веће но код икојих других плутонских стена. — Апофизе су обично кратке, али их има и до 200 м. дугачких; завршују се клинасто. Структура

им је у почетку, при корену, као у громади, а после се мења. Жице су обично узане, 50—100 см.; али могу бити дебеле до 200 м. Обично су многобројне и пружају се на далеко. У почетку имају исти изглед као маса из које се издвајају, а доцније су диференциране, тако да могу бити испуњене само једним минералом (кварцом).

И ако су се гранитне масе из дубине полако издизале ипак су могле разбијати седименте кроз које пролажаху, па њихове комаде стапати и у се упијати; услед овога је еруптивна магма у неколико променула своју хемиску природу. Тако је на пример из магме нормалнога биотит-гранита могла да постане амфиболна врста, по негде сијенит, па чак и диорит, онде где је магма успут асимилувала нешто кречњака, те постала базична и омогућила стварање мање киселих и фелдепата и феромагнезиских минерала. Гранит који је у Пиринејима обухватио велике масе кречњака, на тим је местима престао бити обични хомогени биотит-гранит, већ се преобразио у амфибол-гранит, па у диорит, норит, хорнблендит, и у перидотит. А даље од места асимилваног кречњака вратио му се његов нормални састав. Овако велике промене десиле су се и на додиру маса гранитских са кречњацима и у Бретањи и у Морвану (Средња Француска).

Ако ли је гранитска маса имала успут да захвати и асимилује пешчаре и кварците постала је богатија силицијом. На контакту са шкриљцима добија више натрона, а губи од калије. Све то може да утиче те да из једне магме постану разне врсте гранита.

Структура. Нормална кристализација главне масе гранитне магме дала је зрнасте агрегате. Што је кристализација била спорија и мирнија то је агрегат постајао више крупнозрн, а поједини су састојци од прилике подједнаки. Крупнозрна структура развија се више у великим громадама но у мањим масама. Ако се један састојак развио више но остали, што често бива са ортокласом, онда постаје порфиroidни гранит; а ово бива ближе до периферије громада и у жицама. Ако ли је кристализација ишла брже, што бива у тањим масама, у апофизама, онда је агрегат постао ситнозрни и збојити (еуритни гранит). Дешава се да се примерци једног састојка, на пример, лискуна, под- једнако оријентишу услед неког притиска на магму, те гранит постаје гнајсни. Мисли се да то може да се деси и после консолидације стене под утицајем динамометаморфозе. Поједини састојци, најчешће лискун, амфибол, могу да се искупе у конкреције више или мање лоптасте.

Чести су сфероиди у чији састав улазе сви битни састојци гранита (биотит, ортоклас, кварц).

У иоле већим сфероидима има једно језгро зрнасте струк- туре, са једним или свима састојцима, око кога су се концен- трично и наизменично наслагале зоне минералоски разне: од

фелдспата, па од бојених минерала. Таквих зона набројано је најмање 2, а највише 50; а величина сфероида варира од 2 до 30 сантиметара у пречнику. — Ове сфероидне грушевине већином су киселијега састава и створене су у гранитским громадама, ближе до периферије, ретке су базичније, које се могу наћи и ближе у њиховој средини.

Најзад ваља поменути неправилне млазеве и поворке у маси гранита, у којима превлађују било бојени било безбојни састојци; у првом случају то су вероватно раније грушевине у магми, а у другоме можда последњи производи магмине консолидације, ако не и приносци, који су се доцније убризгали у масу још недовољно скамењену. У тим се млазевима по негда опажају и трагови флујдалне структуре из доба када су се први састојци још могли померати.

Гранулитна и пегматитна структура у гранитоидним стенама постаје нарочито тамо где су на стварање њихових и главних и споредних састојака утицали пнеуматолитски агенти, дакле поглавито по ободу громада, у апофизама и жицама. За пегматите је карактеристична заједничка кристализација фелдспата и кварца у крупним примерцима. Пегматитске фације има и код сијенита, диорита и габра. Под сличним приликама постала је и аплитна фација. У пегматитима се стварају ретки минерали: са талијумом, итријумом, никлом и т. д.

Пегматити постају при крају ерупције гранитске масе на топлоти измеђ 1000° и 575° . Мислило се да су постали из растопа уз суделовање гасова врелих раствора, а у новије се доба говори о њиховој „кристализацији из гасовитих раствора“ свакојачо пак то су продукти ексхалације из магме, као и неке рудне жице.

Од начина трајања и места кристализације гранитске магме зависе дакле и оне врсте гранита које се зову: гранулит (сл. 39.), пегматит, аплит. У гранулитима је кварц почео да се индивидуализује, те није онако неправилно зрнаст као што је у обичним гранитима. У пегматитима делићи кварца имају још више кристалних елемената, расли су заједно са кристалом фелдспата (микроклина или олигокласта), у коме су, и понашају се као да сви припадају једној кристалној индивидуи (имају једну оптичку оријентацију). — Аплити су консолидовани у танким жицама, на чијим је ободима врло брза кристализација дала микропегматите и микрогранулите.

Ове варијетете у саставу и структури гранитских стена Розенбуш сматра као фумаролску фацију гранита.

Ако у жицама нема горе поменутих измена (пегматитских, аплитских) у саставу и структури већ је и у њима обични зрнасти гранит, онда то

указује на велику загрејаност околних стена услед ерупције или услед близине гранитске магме, па се лађење и кристализација и овде поступно извршило.

Старост гранита није увек онако велика као што се негда замишљало, то јест да су то само најстарије, и „фундаменталне“ стене. Иако их има из архајске и еозојске периоде, има их много и највише који су на своја места дошли у разним палеозојским периодама: силурској, девонској, карбонској и пермтријасној. У Португалији један гранулит пролази кроз јурски кречњак; а на Андима их има јурских, кредацејских, па и терцијерних. Претпоставља се да има и модерних интрузија гранитоидних маса, али нису испољене, јер до њих још нису доспеле ни довољне ерозије ни дислокације.

Метаморфозе. — У додиру са седиментним стенама гранитске су громаде извршиле на њима разне контактне метаморфозе, које се спомињу код појединих група тих стена: филита, аргилошиста, кречњака, лапоруца, пешчара. — У таквим приликама и у њима самим извршиле су се извесне минералне промене (у плагиокласу посташе пистацит, зоизит, гранат, а од пироксена: хорнбленда или биотит) а и нове творевине (андалузит, чијастолит, гранат, кордијерит).

У стенама на контакту гранитских маса, а кашто и у овима самим, има и пнеуметолитских творевина. Особито по пукотинама; ту се стварају: флуорит, топаз, турмалин (турмалин-гранит) аксинит, андалузит и мусковит. Најкориснији међ овима јесте каситерит (руда калаја). Грајзен је један такав каситеритни гранулит у коме је фелдспат гасним еманацијама силификован и претворен у кварц.

Као линисање је најобичнија метаморфоза, којој подлежу фелдспати у гранитима и услед које су постале велике, корисне масе каолина.

Динамометаморфозом гранитска се маса претвара у кристаласте шкриљце (гнајс и серицитски шкриљац) или сасвим или делимично. И када је сасвим гнајсификован познаће се по својој катакластичној структури и по преминералисању својих првобитних састојака. Лискунове су љуспице поврстане паралелно, те је агрегат постао шкриљац. Фелдспати су испуцани, исавијани и овенчани ситнодробним својим делићима. Кварц је здробљен и зрнаст. Структура је дакле секундарна, класто-порфиرويدна (мадтераста) и катакластична. Нови, епигенијом постали минерали јесу: албит, микроклин, серицит у ортокласу, епидот, зоизит и гранат у олигокласу, фибролит у биотиту и т. д.

Када цела гранитска громада није претворена у гнајс, онда се могу видети од ње или неправилне сочивасте масе или банци, обложени и обухваћени слојевима гнајса.

Рељеф гранитских маса различан је према томе да ли су ове у заравњеним пределима или у централним масивима или у млађим веначним планинама. У првој су од гранита врло благе и мале узвишице. У другима они граде брежуљке као кубета, широка побрђа и побрђа са благим падинама и многобројним разгранатим и широким долинама и долиницама. — У високим веначним планинама гранити заузимају обично њихове средишне зоне и представљају се као гребени, зупци, оштрељи. — Разне ове ерозионе форме зависе од разне отпорности стена, и од начина рада ерозије у тим разноликим географским областима земљине површине.

За веће гранитске површине карактеристичне су и гомиле њихових стењака (монолита), која су се испоодвајади нарочито дуж равнина свога лучења у паралелопипедне банке; уз њих иду коцкасте рипе издвојене из стубастих маса, те заједно дају тако зване „пољане од стена“, „море стена“, у гранитским пределима.

Распадање гранитоидних стена доста је брзо када су оне крупнозрне. У влажној клими распадају се брже и дубље но у сувој. Простим механичким расипањем састојака постаје њихов песак, а рена. Почетак хемискога распадања састојака познаје се и споља: фелдспат се замути, биотит љашти жуто као злато или као пирит, а цео агрегат добија прљаво вугасту боју. Крајњи резултат физико-хемискога распадања јесте глина разних варијетета: каолин, глине песковите или без песка и т.д.

Рудина на гранитима јесте црвенкаста или жућкаста глинуша, фино песковита и лискуновита, а и са гранитским груменчићима, у којима је фелдспат каолинисан. У тој рудини обично је тако мало креча и фосфорне киселине, да је вегетација на њој врло бедна, мада у тој земљи има доста калијума. У опште су гранитске земље доста мршаве; мршавија је земља која постаје од гранита са ортокласом и албитом но она од гранита у којима превлађују други фелдспати. Алкални силикати у гранитској рудини повољни су за развијће сувата, сенокоса и шума четинарских; али та рудина није за зираћење. — Мало је боља земља од гранулита. Ну и из гранита развила се по негде, у повољним приликама, и врло родна земља; код Чељабинска у Сибиру из гранита се развила чак и црница.

СИЈЕНИТИ.

Племи сијенита има врло много родова и врста, више но племи гранита, јер све врсте гранита без кварца прелазе у одговарајуће врсте сијенита; а сем тога у сијенитима има и таквих комбинација минерала, какве се не појављују међ гранитским стенама. С друге пак

стране у сијенитима нема неких гранитских варијетета структуре. Нема трагова великога утицаја вреле воде на магму, те јој фале оне последње фазе у консолидацији гранитске магме. Ретко се осећа пнеуматолитски утицај. Слабе су и њихове формације у жицама. Нису се онако често стварали ни порфиرويدни кристали, а нема сем једнога изузетка ни излучених сфероида. Магматна вода није разжиђавала масу, нити јој давала осетну гипкост и покретност.

И сијенитски разни састојци поступно су искристалисавали; и то истим редом као у гранитима: први кристали до правилних облика, познији и без кристалних елемената.

И овде су у првој фази кристалисали: апатит, циркон и руде; у другој: бојени феро-магнезиски силикати; затим силикати са доста калције и најзад алкални фелдспати, па и кварц, ако се и он негде могао формисати.

И у сијенитској се маси појављују старије груде, базичнијега састава, и познији млазеви од киселијих делова, без смеше са претходним, као што то бива у масама гранитским.

Структура је поглавито зрнаста. Псеудифлујдални изгледа агрегат у коме су паралелно размештени кристали фелдспата или бојенога састојка. Структуре произведене динамометаморфозом (шкриљаста и такластична) сличне су гранитским; само су мање компликоване услед одсуства кварца.

Врсте сијенита карактерисане су као и код гранита. Типски је сијенит са превлашћу амфибола (плауенит), у другима превлађује биотит (минета) или аугит (монзонит). Има сијенита за које је карактеристичан нефелин (фојаит или елеолит-сијенит) или содалит (дитроит, мијасцит) или леуцит (бороламит), ове врсте сијенита немају еквиваленте међ гранитима.

У геолошкоме погледу интересно је да група алкалних сијенита другује са групом алкалних гранита, и алкално-кречни сијенити другују са алкално-кречним гранитима. — У великим масивима бива да средишни зрнасти агрегат фојаита продужује се као крупно микролитски долерит, а овај у праву микролитску стену фонолит. — У многим пределима сијенити су самосталне еруптивне формације, а у неким изгледају као периферне фације гранита. Има случајева где они чине прелаз измеђ гранита и диорита.

Врло су значајни монзонити, чији су битни састојци ортоклас и аугит, поред којих има врло много и других врста фелдспата и других бојених силиката. Бојени су састојци кашто издвојени по поворкама

које имају минералне карактере час сијенита, час диорита, или габра. Ово долази од лакоће диференцирања њихове магме, која је врло сродна са примитивном (по Розембушу) или услед ендоморфоза на додиру са кречњацима и доломитима (по Фукеу). Овим би се тумачиле меланократе и леукократе партије у маси монцонита.

Минета је једна меланократа фација биотит-сијенита, створена у интрузивним жицама.

Микросијенити, микроминете, вогезити такође су само у интрузивним жицама. У неким се од њих створио секундарни кварц, и то у таквој смеси са фелдспатом да маса изгледа као микрогранулит или микропегматит. Микросијенити са нефелином или леуцитом или анализмом названи су тингвајити.

Метаморфозе. — Контактне метаморфозе сличне су са гранитским. Значајне су оне у Тиролу од монцонита, код Мајсена од амфибол-сијенита и у Норвешкој од алкали-сијенита.

Распадање сијенита бива као и на гранитима. Земља која из њих постаје богатија је нешто кречом и калијом но гранитска, дакле по мало и роднија. На њој успева лисната гора.

ДИОРИТИ.

Тип диорита је зрнасти агрегат плагиокласа и амфибола. У хемискоме и минералошкоме погледу диорити се вежу за нормалне амфибол-граните, ако имају кварца; а ако га немају за нормалне сијените; у оба случаја ортоклас, ако га у опште има, има споредну улогу. Границе међ овим трима групама нису оштре; а има прелаза од диорита ка габро-стенама, па и ка оним њиховим врстама које граниче са перидотитима и пироксенитима. Овај петрографски низ разноврсних плутонита има и геолошке потврде, јер се разни чланови исте ниске јављају по негде у истој геолошкој целини. — Обратно пак, почем хемиски и минерални састав диорита нема сродства са правим алкали-гранитима и алкали-сијенитима, то је природно што није нађено геолошке заједнице међ овим стенама.

Геолошка подударност диорита и нормалних гранита и сијенита очитује се и тиме, што се и диорити, као и ови, јављају у сличним интрузивним масама.

Ред стварања састојака исти је као у гранитима: прво су кристалисали споредни састојци, па бојени, па фелдспат, а најзад кварц, — кад га има. Више пута бојени и бели састојци кристалисали су задуго упоредно.

Структура диорита по правилу је хомогено зрнаста; али врло често изгледа и паралелна или шкриљаста, услед таблично (фелдспат) или призматично (амфибол) развијених и тако распоређених кристала од једног битног састојка. — Шкриљаста структура може да се развије, и ако је стена скамењена, услед орогенога притиска.

Зрнаста структура превлађује у главној маси диорита; по ободу је маса ситнозрна па и афанитна и миаролитна. — У апофизама може бити порфирска и порфиритска: диорит порфирит и афанитни микродиорит.

У диоритској маси често су диференциране грудве и млазеви. Нису ретки ни сфероидни диорити, чији је тип нађен на Корсици у Калифорнији и у Србији на Руднику (сл. 40.) У новије доба први корсит увршћује се у габро, јер му је плагиоклас врло базичан.

У диоритима се, као у гранитима и под истим погодбама развијају пегматитни и аплитни, то јест леукократни агрегати.

Меланократи, лискуновити агрегати дају керсантите и микрокерсантите. — Тоналит је кварцни диорит са хорнблендом и биотитом. — „Банатити“ су обухватили разноврсне диоритне и порфирне стене.

Све разне фације и прелази једне врсте у другу могу да се нађу и у некој малој диоритној маси.

Метаморфозе на контакту са другим стенама произвели су нарочито тоналитите. Оне су сличне променама које изазивају гранитске ерупције. Од вапнаца су постали мермери са гранатом, од глинача — силикатни корнити; палезојски шкриљци претворени су у пегаве и бобичасте шкриљце и рожнаце са кордијеритом и т. д.

Епидиорити су они у којима је хорнбленда постала метаморфозом пироксена.

Динамометаморфизам дао је диоритне гнајсе и амфиболите са карактеристичном шкриљастом структуром.

Распадање ситнозрних диорита иде спорије но код гранита; има више прелазних супњева измеђ чврсте стене и земље. Земље од диорита су пластичне, загасито црвенкасте, мрке и зеленкасте. Средње су родности; имају по мало фосфата.

Базичне плутонске стене.

То су групе: габро стена, пироксенита, перидотита. Преко оних диорита који су им блиски, базични плутонити вежу се за киселе, а преко блиских дијабаза вежу се за вулканите.

Састојци битни у њима јесу: базични плагиокласи и феромагнезиски базични минерали, чије се врсте ласно замењују, те и врсте њихових агрегата ласно једна у другу прелазе. С тога и у једној маси ових стена има прелаза једне врсте у другу, што би потврђивало претпоставку да у једној истој магми могу ласно да постају разне минералне комбинације.

Г А Б Р О.

По комбинацијама минерала у овој се групи разликују следеће врсте.

Обични габро или еуфотит је агрегат плагиокласа и дијалага; норит или хиперит је од плагиокласа и ромбичног пироксена; — амфиболски габро, оливински габро и оливински норит. — У свакој од ових врста може се неки састојак јавити као споредан, који је у другој врсти био битан, па узев тако превагу првоне агрегату намеће име другог.

Обични габро може да претрпи потпуну замену својих битних састојака, па да га замени низ других комбинација, на чијем једном крају стоји киселији од њега диорит, а на другоме најбазичнији перидорит.

У овој групи има нефелинских агрегата, названи есексити, шонкинити, тералити. Има и агрегата без фелдспата: ијолити (пироксен и нефелин) и мисуриит (леуцит, аугит и оливин). Али је геолошки значај ових агрегата сасвим незнатан, а и никакви особени појави важни за генезу нису на њима запажени.

Ред кристализације битних састојака није онако јасно рашчлањен као код киселих еруптивних стена. Оба битна састојка, бели и бојени, развијају се обично у исто доба, те - сметајући се узајамно - ни један од њих не може да развије своје правилне кристалне облике. Њихова заједничка кристализација траје кадшто до краја скамењавања. Наравно да су пре њих кристалисали обични споредни минерали, метални и апатит.

Зрнаста структура варира по изгледу. Крупнозрни агрегати постају у већим и дубљим масама. Порфиرويدне структуре нема. Почети флујдалности и издвајања млазева јављају се на периферним деловима, који нису у великим дубинама консолидовани. У жицама се јавља често пегматитска фација. Знатна су, по негде, нагомилавања руде никла, хрома и гвожђа.

У агрегатима са оливином често се измеђ њега и фелдспата створи облога, од кристалића врло ситних, понаместаних радијално и концентрично; то су кристалићи тремолита, хорнбленде, ромбичних пироксена, спинела и граната. Ти оквири особеног кроја и састава дају и структури стене особени изглед, то се зове келифитска структура. Ово је диференцирање осо-

беног рода и још није довољно јасно растумачено. Бива да се и око кашто кугласто излученога зрнастог агрегата створи концентрична кора са радијално размештеним састојцима истога агрегата.

Метаморфозе појединих састојака јесу: уралитисање дијалага и сосиритисање фелдспата. Сосиритисање је управо рећи зоизитисање и епидотисање; у тако посталом новом агрегату налазе се гранат, хлорит рутил. Секундарна хорнбленда јесте зеленкасти смагдит.

Динамометаморфоза масивнога габра производи шкриљце амфиболске, диоритске, зоизитске, јер је тим процесом пироксен претворен у амфибол. Претварањем оливина у амфибол из оливинскога габра, постаје епидиорит, а када је шкриљаст онда: габро-амфиболит. — Промене почињу прво по ободу масива.

И овде има прелаза из структуре и састава нормалних агрегата у разне динамо-метаморфне производе.

Контактне метаморфозе које изазивљу габро-громаде сличне су гранитским. У Харцу је око громаде габра и громаде гранита равномерно развијена једна иста контакт-метаморфна зона.

Распадањем стена ове групе постају земље родније но од гранита и сијенита.

ПИРОКСЕНИТИ И ПЕРИДОТИТИ.

То су безфелдспатни производи онакве исте магме, каква је дала и претходну групу стена. Све три групе геолошки су удружене и прелазе једна у другу и петрографски.

Структура је крупнозрнаста или средњезрнаста. Како је у њима само по један битни састојак (пироксен или оливин), то је он бар у почетку свога стварања имао простора да се развије до правилног спољнега облика. Стога у овим стенама нису ретки кристали са правилним контурама обухваћени са познијим неправилним зрнима.

Врсте пироксенита називају се по главној врсти пироксена у агрегату: дијопсидит, дијалагит, хиперстенит, бронзитит; и то или су само од по једнога пироксена или су у њима измешане разне врсте тога минерала као што је то у аријежолиту, и пироксенолиту. Ове се стене појављују као жице у перидотитима и габро-стенама.

Врсте перидотита називају се по превласти другог састојка у агрегату са оливином: лискунски, амфиболски, пироксенски.

Верлит је дијалагни; лерзолит и харцбургит су са бронзитом. Кимберлит има дијаманта, а дунит хромита и магнетита.

СЕРПЕНТИНИ

Постају највише метаморфозом перидотита, пироксенита, и габро стена. Али изгледа да има серпентина које воде порекло из плутонита. Земље које постају из серпентина танке су и шљунковите, најнеродније од свију.

Б. ВУЛКАНСКЕ СТЕНЕ

— вулканити —

По количини силиције и ове се стене могу поделити на киселе и неутралне где спадају: порфири и риолити, трахити и фонолити, андезити и дацити, и на базичне где спадају: дијабази, мелафири, базалти, базалтоидне стене.

КВАРЦ-ПОРФИРИ И РИОЛИТИ

— микрогранулити и липарити —

То су ефузивни еквиваленти гранита или крајни представници порфиroidнога гранита. Постали су из исте магме и садрже исте главне минералне састојке. Порфири су палеовулкански, а риолити неовулкански; отуда је нешто разлике у одржању њихових маса како у целини, тако и у појединостима.

Структура њине основне масе или је холокристалисана (микрогранулитна и микропегматитна) или полукристалисана: фелситна или петросилексна (фелсофири и фелзолипарити) или стакласта (пехштајни и хијалолипарит. Сlike 37 и 38). Микрогранулитна структура постаје обично у интрузивним жицама и у средини великих сливова, у којима може да буде и зрнаста (Невадити). Фелситну структуру добијају периферије великих маса и изливи на површини.

Даље врсте структура у овим стенама јесу: стакласта са кристалитима, глобулитима, маргаритима, лонгулитима и трихитима; перлитна, сферолитна (микросферолити, пиромериди) флујдална, порозна. — Међ сфероидним формацијама истичу се „литофизе“, а то су повелике шупљикаве лопте од концентрично наслаганих љусака кристалисане силиције.

Витрофири имају стакласту масу и крупне санидине; они су кашто самостални у повеликим масама. Стакласти су такође и перлит, пловућац, обсидијан и ретинит (пехштајни).

При ерупцијама порфира и липарита њихова се магма често разбијала у пепео, песак, лапили и бомбе, у којима се налазе како стакласти тако и кристалисани делићи. Када је ова дробина попадала у воду измешала се ту са нормалним седиментима, те стога често

садржи фосиле. — Цементовани пепео и песак створили су слојеве туфова, који су се одржали чак и од геолошки врло старих порфирских ерупција, док су међутим нестале не само несвезане трошне већ и њихове лавичне масе, када су дуго на површини остале. Најчвршћи су силцисани туфови, који изгледају као рожне стене (пласма, јаспис, аргилолит).

Главни, битни састојци из прве генерације јесу: биотит, ортоглас, дихекаедарски кварц са стакластим инклузијама. Тешко би било разумети стварање ова два последња састојка без суделовања минерализатора. Без ових је мучно могао постати и микрогранулитни кварц основне масе, мањ ако није резултат девитрификације њеног стакластог остатка. Али појава кварца у вулканским стенама у опште лашке се разуме од како је се он створио у андезитској глави вулкана Pelée (на Мартиници). Он се ту створио не на великој дубини, ни на великој температури, али под знатним притиском и под утицајем водене паре. У ефузивним стенама силиција је обично у виду тридимита, а у дубинским у виду кварца.

Метаморфове. На контакту са другим стенама порфири и липарити изазвали су врло мало промена. То су местимична стапања туфова или мермерисање кречњака.

Динамични покрети и притисци на порфире изазвали су метаморфозе њихових састојака како фенокристала, тако и микролита, па и промену структуре. Тако су постали: влакнасти, пругасти порфири, порфирни шкриљац или порфиroid, серицит-порфиroid и најзад серицитни шкриљац. Порфирске туфове динамометаморфоза је претворила у туфне (класто) порфиroidе.

Сумпорне паре претварају липарите у смешу кварца, опала и стипсе (алаунит, стипсани камен). Када се сулфати исплачу остане шупљикави, кавернозни липарит. Кад се у такве шупљике депонује кварц или агат постаје стена од које се гради добро воденично камење.

Претварањем плагиокласа у серицит и паралелним врстањем истога постају, шкриљаста агрегати, као што су порфиroidи, и то како од липарита тако и од кварц порфира.

И неке халефлинте (у Скандинавији) могле су постати на овај начин.

Порфиroidи могу овако да постану и од кератофира, који имају албита, а масу или фелситну или микрогранулитну.

Аргилофир је порфир или липарит у коме се фелдспат претворио у каолин и мусковит.

Фелситна и стакласта маса под утицајем атмосферилија или динамичнога притиска може да се девитрификује, и да се претвори у микрогранулит од кварца и фелдспата.

Масе. Кварц-порфири изливали су се поглавито за време Карбонифера и Перма. Скаменили су се у виду сливова и покроба, који су се очували када су негде, на пример на дну мора у брзо седиментима били покривени, иначе су разорени. Више су се очувале њихове жице и дајкови. Има их и у интрузивним складовима. У Америци има лаколита од микрогранулита. У Пиринејима порфири пролазе кроз Креду, а у Тунису кроз Еоцен; ну ови иду већ у липарите као и у Србији.

И липарити се јављају у виду жица, плоча, сливова, туфова. И они су често представљени субмаринским ерупцијама. Куљали су највише у терцијарно доба, али по негде и пре и после тога доба. У модерној геолошкој периоди изливали су се на Липарима и Исланду; лаве су им биле врло мало течне.

Распадање кварц-порфира и риолита даје земљу песковиту, шљунковиту, али са довољно не само калије већ и креча и магнезије, па је роднија но земља од гранита, особито ако је у повољној клими. Али, обично је та рудина танка и недовољна за усева, већ само за ситногорицу.

ТРАХИТИ, ФОНОЛИТИ И ОРТОФИРИ.

Трахити су неовулкански еквиваленти обичних сијенита, а **фонолити** елеолитних сијенита. — **Ортофири** се од трахита разликују што су се изливали у старијим, претерцијерним периодама, па су састојци више распаднути, а маса чешће оцрвњена као и у порфира.

Структура им је свима трахитоидна то јест са фенокристалима у основној маси. Ова је често потпуно кристалисала, кашто полукристалисала, са микролитима флујдално оријентисаним и са нешто аморфнога и перлитнога остатка. Немају сферолита.

Фенокристали су у трахитима санидин, биотит, сем кога може бити хорнбленде и аугита, а по некад леуцита, нозеана.

У **фонолитима** сем њих карактеристичан је нефелин, и то како у фенокристалима тако и у микролитима. Карактеристични су за њих и секундарни минерали: зеолити, који испуњавају шупљике (мандоласта структура).

Трахити и фонолити јављају се у жицама, сливовима, покровима и купама које су кашто обложене туфовима.

Трахитска је лава врло густа, не разлива се далеко, већ се на месту надима у кубета (домит) или у гомилама, у рипама и камаљима (кумуловулкани). Од њеног пепела постали су цинерити.

Избијали су за време Терцијера и Кватернера, а у модерно доба из вулкана Епомео (Искија) и на Тенерифу.

Леуцитни фонолити имају туфове, који су код Рајне наслагани пре и после формације леса.

Санидинит је зрнасти агрегат у коме превлађује санидин. Изгледа да се консолидовао у дубини, па избачен у виду рипа и стећака, и у виду грудa. Он се јавља по сливовима трахита и фонолита.

Распадање. Трахитне стене лако се троше, а споро хемиски разлажу, па су земље што од њих постају танке и суве; али су родне. Од трахита су обично бељушаве, од фонолита беле.

АНДЕЗИТИ. ДАЦИТИ. ПОРФИРИТИ.

Андезити су трахитоидни, вулкански еквиваленти обичних диорита (сл. 35), а **дацити** су вулкански еквиваленти кварц-диорита. Обе групе вулканита изливале су се за време Терцијера, а и данас постају од неких лава.

Порфирити су антетерцијерни представници андезита и дацита, који су се стварали почев од прекамбриске епохе до кретацејске. Због те велике старости они су се мање одржали на површини земље, а и више су распаднути но њихови неовулкански представници.

Све три групе имају јасно одвојене две генерације састојака, мада су се сви битни састојци (плагиоклас и бојени минерали) стварали у обема фазама њихове консолидације. Превласт лабрадора оправдала је назив лабрадорита и лабрадор-порфирита; док се стене са превлашћу других плагиокласа стављају у обичне андезите и порфирите. Дацит се од од андезита одликује присуством у првој генерацији дихексаедарскога кварца са стакластим инклузијама. Овога има и у кварц-порфиритима. По главном феромагнезискоме састојку разликују се њихове врсте у све три групе стена; а када су ови развијени и у другој генерацији разликују се варијетети: дискуновит, амфиболовит, аугитичан.

Основна маса у андезитима и лабрадоритима може бити више микролитна или више стакласта. Стакласти варијетети структуре дају андезитске перлите, опсидијане, пловуће и ретините. У дацитима она може бити таква иста, а уз то још: микрофелситна и сферолитна. Личе у опште на риолите. Порфирити имају такође све те варијетете структуре, само је ова чешће маскирана производима распадања. Стакласти остатак масе често је девитрифициран, те цела маса изгледа холокристална.

Масе ових стена јесу обични вулкански сливови, жице, слојеви туфова, страто — и кумуло-вулкани, гомиле бречија од рипа, песка, пепела. Значајан је више пута поменути оштри зубац, који је изишао из кратера вулкана Пеле на Мартиници, и на који личе многи зупци заостали на старим вулканима, који су иначе већином разорени.

Модерних андезита има много на Андима, на Санторину, Тенерифи, Јави, Кракатау. Један амфибол-андезит скаменио се из лаве која је 1883. год. изишла из вулкана на острву Богослову. Хиперстен — и аугит — андезити стварали су се 1866. на Санторину и 1883. на Кракатау.

Рецентних дацита има на Санторину и Кракатау.

Метаморфове. Под утицајем термо-минералних извора андезити често су јако као линисани, а још више пропилитисани, у коме случају постали су и врло рудовити.

ДИЈАБАЗИ. МЕЛАФИРИ. БАЗАЛТИ.

Све се ове стене у главном могу сматрати као вулкански, лавични производи габроидне магме. Једнаки су им и битни минерални састојци: плагиокласи и пироксени. Разликују се међу собом поглавито по структури и по времену постанка: дијабази су се почели стварати у најстаријем Палеозооку; мелафири у Карбониферу и Перму, а базалти у Терцијеру.

Дијабази чине прелаз од плутонских формација ка ефузивним. Има их који су у целој својој маси тако крупнозрни и офитски, а и без икаквих знакова вулканизма, да је појмљиво, што су сматрани за дубинске формације, и оправдано, што им се и данас задржава место поред габроликних стена. Већина пак има структуру не само ситнозрну и збојиту (афанитну), већ и порфиритску (дијабазни порфирит) микролитну, хијалопилитну и витрофиру по ободу већих маса (хијалодијабази), ретко флујдалну и сфероидну (вариолити) мандоласту (спилити).

По превласти врсте плагиокласа основне масе, то јест млађе генерације, дијабази могу бити: андезински, лабрадорски, анортитски; а по врсти бојенога састојка из прве генерације зову се: дијабази са аугитом, салитом, оливином. Интересан је дијабаз са кварцом вермикуларним, али је врло редак.

Дијабази спадају у најстарије вулканске стене, али су се појављивали и у Мезозооку (офити), па чак и у рецентно доба. Неке рецентне лаве на Исланду консолидовале су као офитни дијабази.

Дијабази се појављују како у интрузивним тако и у ефузивним складовима, жицама, сливовима и покровима. Често су правилно измеђ седиментних слојева стратификовани, где је било много подморских ерупција. Пројективне вулканске материје (бомбе, лапили, пепео) очуване су на више места, понајвише у виду туфова.

Динамо-метаморфове дијабаза дале су многоструке промене минералне и структурне. То су већином шкриљасте стене: епидијабаз, епидиорит, влакнасти дијабаз, зелени шкриљац, шкриљаст амфиболит, хлорит-амфиболит, хлоритошист, глаукофански шкриљац и т. д. — „Протеробазе“ су динамометаморфни или контактнометаморфни производи обичних дијабаза. — Овде спадају и пругасти дијабази. Неке интрузивне масе дијабаза на додиру са глинцима и филитима произвеле су у овима егзоморфне промене (пеге и бубуљице) у неколико сличне са контактметаморфозама гранитних громада (пегави спилзити и пругасти десмозити и адиноли).

Феромагнезиски састојци дијабаза врло се ласно метаморфишу: аугит у уралит и актинот, а оливин у серпентин.

Распадање. Дијабази се у опште јако распадају. Земља која од њих постаје има састојке добре ораће земље, боје је загасите, јер има доста гвожђа; често је више зрнаста и песковита но земља од диорита, са којом је у опште доста слична.

Базалти су врло базичне вулканске стене јер су им битни састојци базични плагиокласи (лабрадор, битовнит, анортит), а базични су и бојени минерали (аугит и оливин). (сл. 36.)

Основна маса им је такође од истих минерала; обично микролитна са мало стакластога остатка; кашто зрнаста и то или са фенокристалима (неки долерити) или афанитна (анамезити). Познате су врсте у којима превлађује стакласта материја (хијалобазалт, хијаломелан, тахилит, базалтски витрофир и ретинит). Ови се типови консолидују по ободу других више кристалисаних маса. Сада се много изливају из вулкана на Хавајским Острвима.

У базалтима има често грудва и конкреција од магнетита и феромагнезиских минерала (оливина и т. д.) То су или раније грушевине у истој магми или укрупци од других агрегата. — У примесе са стране рачуна се и кварц, који се ретко појављује; није искључена могућност

да се он, под извесним погодбама, може створити и у овако базичној магми, као што је базалтска.

Базалти су скамењени у виду купастих брежуљака, дугачких сливова, широких покрова, дебелих слојева туфа (п а л а г о н и т). Већина лава данас радних вулкана даје базалте: на пример Етна и Хекла. — Базалтска је била субмаринска ерупција на острву Пантеларији у години 1831. и лава Тарараве на Новом Селанду од године 1886.

Мелафири су, као што је већ речено, палеовулкански еквиваленти базалта, јер се са њима подударају и по хемиском и минералноме саставу и по структури, а и по начину појављивања њихових маса у кори земљиној. И њих има од подморских ерупција, нарочито из времена Перма и Тријаса. — Уз њих иду аугит- и уралит-порфирити из тријасне периоде.

Долеритима се називљу неки рецентни еквиваленти дијабаза или кристаласте варијетети базалта. У сличној је стени излучена она велика маса гвожђа код Овифака (на Гренланду), која се дуго сматрала да је метеороскога порекла.

Метаморфозе што су их учиниле ерупције базалта на околним стенама јесу поглавито каустичне природе. Пешчари су цахлаисани; — камени угаљ се претворио у графит, — глинац у јаспис (порцелан-јаспис), — креда и обични кречњак у мермер; — сидерит у магнетит.

Претварањем главних базалтских састојака постају: серпентин, калцит, лимонит и глина. Знатне су масе боксита и латерита резултат распадања базалта.

БАЗАЛТОИДНЕ СТЕНЕ.

Овде групишемо повелики ред базичних вулканских стена, које — и ако су доста разноврсне — могу се сматрати као варијације базалта.

Базалти у којима се поред плагиокласа налазе и фелдспатоидни минерали зову се **тефрити**, ако имају оливина, а **базанити**, ако су без овога састојка. Феле се називљу по фелдспатоидноме састојку: нефелин- или леуцит-тефрит, нефелин- или леуцит-базанит.

У врсту леукотефрита долазе неке лаве са Везува и Монте Соме које се обично зову леуцитофири. Везувске лаве од преисториских времена до данашњих разликују се доста по боји, структури и фенокристалима; а подударају се по своме хе-

мискоме саставу. Оне постају из тефритске магме у којој је мало силиције, а прилично калије и гвожђа. Из сличне магме постају лаве у вулканима на Јави и Целебосу.

Базалти у којима су фелдспатоиди без фелдспата зову се: **леуцит базалт**, **нефелин базалт**, **мелилит базалт**. А када у првима нема ни оливина зову се **леуцитити**. — **Нефелинити**, **мелилитити** су лаве створене поглавито од нефелина и мелилита, уз које може бити разних споредних минерала, али у мањим количинама. Прелази међ врстама врло су чести, те су им границе врло непрецизне. Нису добро ни познати, нити су много распрострањени.

Лимбургити су палеовулкански еквиваленти оних базалта, који не би имали ни фелдспата ни фелдспатоида, већ само аугита и оливина, а чија је основна маса већином стакласта, са микролитима аугита и магнетита.

Аугитити су најпростије вулканске стене, јер имају само један битни састојак како прве тако и млађе генерације, а то је аугит. Мало су познати и мало распрострањени. Разазнао их је прво Жујовић (1880) међ вулканским стенама из Венецуеле и Канарских Острва. Први изгледају као лимбургити без оливина, а други се приближују базалтима појавом стакласте масе и нешто микролита. За тим их је описао Делтер (1884 и 1896) са Капвердских Острва, приближујући ове базалтима и тефритима.

Распадање. Вулканске стене распадају се доста лако и дају добре земље. Особито то важи за базалте и мелафире, који се распадају са умереном брзином у земљу, која има тако рећи све састојке родне земље. — Андезити се брже распадају но трахити, тако и порфирити. Ови дају земљу, иако помало кршевиту, ипак са довољно ситних родних трошчица. Од њихових туфова постају дебеле рудине. — Чврсте лаве споро се троше и распадају, али дају глинуше родне, лаке, загасито бојадисане. Туфови, лапили, песак и пепео дају врло брзо родну земљу, пошто се из њих исплаче сумпор, који је корозиван и за биље убиствен.

Вулкански песак и пепео задржавају дуго воду у тлу; они могу да служе и за ђубрење њива. Од пепела навејаног ветром из терцијерних вулкана по Средњој Француској створила се у Лимањи до 3 м. дебела врло родна земља црница, која личи на руски чернозјом.

НЕБЕСНЕ СТЕНЕ.

— МЕТЕОРИТИ. —

Састав. Комади стена што из Неба на Земљу падају састоје се од истих хемиских елемената и истих минерала, који се налазе и у стенама земаљским. Највише у њима има: силициума, магнезиума, кал-

циума, алуминиума, гвожђа и никла, хрома, фосфора, сумпора и кисеоника; а има прилично и водоника, угљеника, азота, хлора. Најобичнији су у њима минерали: оливин, аугит, плагиоклас, хромит и разна једињења гвожђа са никлом, кобалтом, фосфором и сумпором.

По својој саставу и другим особинама метеорити се највише приближују вулканским базичним стенама. Међу многобројним примерцима који су до сада на Земљу пали нема их који би се подударали са седиментним стенама, кристалистим шкриљцима или киселим плутонитима.

Деоба. Метеорити се разликују у две главне групе: метеорско камење и метеорско гвожђе.

Метеорско камење састоји се из напред поменутих силикатних минерала у разним комбинацијама, које одговарају телурским, земаљским типовима.

Структура им је већином кластична, као у вулканским туфовима и бречама. За метеорите је врло карактеристична кондритна или кугличаста структура. Кондрити су сферолити од једног или више минерала; најобичније од самог оливина или самог бронзита, или од обадва.

Порфирна је структура такође честа на метеоритима. Ређа је офитска и зрнаста. У више метеорита запажен је и аморфни остатак од магме.

Скроз стакласту масу имају молдавити, тектити, чије су врло многе рбине нађене у Ческој и Моравској у дилувијалним и младотерцијерним слојевима, због чега се и посумњало да ли су космичног порекла. Са њима су сродни у истим приликама нађени стакласти примерци у југо-западној Азији. — Молдавит, сумњивог порекла, нађен је и у околини Авале, у Белом Потоку.

Еукрити су од аугита и анортита, а структуре зрнасте или туфовне. То су, дакле, небесни еквиваленти дијабаза. Магма из које су они могли постати одговара базалтској. Ховардити имају, поред анортита и аугита, толико бронзита, да се могу сматрати за еквиваленте хиперита. Структура им је сасвим туфовна. — Енстатитима одговарао би небесни хладнит, а бронзититима дијогенит. — Најобичнији агрегати, перидотити и пироксенити, имају своје представнике у небесним стенама, које су назване: шасињит, ангрит, амфотерит, родит.

Највећи број метеорског камења спада у неку од тих врста метеорита.

Поменути се могу само они који су пали на земљиште Србије. Соко-Бањски метеорит састоји се од оливина, бронзита, аугита, ни-

келског и сулфидног гвожђа. Структура му је бречаста и кугличаста, са туфовном основном масом. Таква је структура и у јеличкоме метеориту; главни минерали у њему јесу оливин и пироксен, а споредни обе врсте поменутих гвожђаних минерала. Исти састав и структуру има и трећи српски метеорит, Гуча.

Метеорско гвожђе већином је просто никелско гвожђе. Када у овоме има кобалта и угљеника зове се кохенит, а са кобалтом и фосфором — шрајберсит или рабдит. — Троилит је прости сулфид гвожђа.

Холосидерити (сидероболити) су само од ових металних минерала. — Мезосидерити (литосидероболити) јесу смеша од гвожђа и силикатних минерала, који се појављују као укљупци у спужвастој гвожђу (Паласити).

На углачаним површинама метеорског гвожђа, када се мало загреју или разблаженом азотном киселином нагризу, истичу се плочице (Видманштетове фигуре) од тенита, који има много никла (до 48%), око камацитових, који је са мало никла (око 7%). Обе се групе плочица оријентишу као пљосни правилних октаедара, измеђ којих су простори допуњени смешом обе поменуте врсте минерала (пелситом). У неким сидеритима маса се цепа по пљоснима коцке.

Значајни су, иако ретки, састојци метеорског гвожђа: графит и дијамант, који се појављују и у металургиској гвожђу, са чијим се варијететима поклапају неки варијетети метеорског гвожђа.

Порекло. — Метеорити долазе из небесних просторија са брзином космичних тела, која се брзо смањује и изгуби у нашој атмосфери услед трења и отпора, услед којих се и толико загреју да им се површина усија, отопи и скори, мада им маса задржи космичну хладноћу. Спољни део коре сасвим је стакласт, а унутарњи чини поступни прелаз у обичну масу метеорског агрегата.

Метеорити се сматрају као комади од једне или више распштаних планета, који се у својој кретању приближе сфери привлачења ка Земљи. Вероватније је, пак, да су то пројектили из вулкана неких малих звезда, чија привлачна снага није довољна да натраг поврати материјал избачен вулканским експлозијама. Вероватноћа се ова оснива на једнакости њихових састава са саставом земаљских вулканских маса. Та је једнакост, истина, ограничена на групу производа из базичних магми, јер киселе земне магме немају својих еквивалената међу метеоритима,

Ваља додати, да ни чисто метеорско гвожђе нема еквивалента међу лавичним изливима, мањ међу грудима и масама гвожђа које се у

по неким лавама згомилале. Па и ове су масе већином оксидисане, а космично гвожђе није.

Са претпоставком да су метеорити комади неке разбијене планете, допуштено је претпоставити, да је метеорско гвожђе било у средишњој маси њеној, а метеорско камење у њеној кори. Ово би одговарало размештају маса у топионици руде гвожђа: растопљено чисто гвожђе обложено је кором од троскве, у којој су оксиди силиције, мангана, гвожђа и т. д.

Вероватно је да је у главноме сличан и састав Земље: језгро од усијаног никелског гвожђа, а литосфера од силиката.

СЕДИМЕНТНЕ СТЕНЕ.

КОНГЛОМЕРАТИ И ПЕШЧАРИ.

Показано је раније како ове кластичне стене постају цементовањем агломерата шљунка и песка, створених физичким распадањем стена, и како се ови агломерати гомилају или на суву (еолски и глацијални), или у рекама (флувијални), језерима (лакустрални) и морима (марински).

Конгломерати су од шљунка. Ретко кад да је сав шљунак у њима само од једне стене (моногени конгломерат), већ је шљунак обично од разних стена (полигени конгломерат). На њему се познаје не само од којих је стена, већ и у којој је средини постао. Шљунак и валуци глечерског порекла више су неправилни и псеудођошкasti, но они које је вода дуже ваљала; они имају карактеристичне греботине, особито када су од мекших стена, од кречњака или серпентина. — Речни и морски валуци савршеније су заокругљени, сфероидни и елипсоидни; немају греботина; на морским обалама и у делтама ограничени су на узани појас (литорална зона), али им је ту моћност велика.

Цемент конгломерата може бити вапнени, рожни, гвожђани и т. д. У неким се конгломератима цемент тако лако раствара, да се стена ласно враћа у првобитно стање простог, неслемљеног агломерата; такви су, на пример, конгломерати у теренима Перма и Тријаса.

Има конгломерата чији су облаци значајно улубљени једни другима, као да су били у пластичноме стању када су се збијали. Вероватније је да су се ова улубљена створила под растворним утицајем воде са угљен-диоксидом, ако су валуци од кречњака; а ако су од силиката ваља претпоставити утицај неких јачих киселина, можда хумусних.

На додиру са интрузијама гранита неки су се конгломерати врло необично метаморфисали; променили се у њима и укрупци и цемент.

Нове формације минерала у таквим конгломератима дале су им придеве: лискуновити, фелдспатни, амфиболски и т. д.

Услед динамометаморфоза у неким се конгломератима сав цемент претворио у агрегат кристалних зрнаца разних минерала, а у неким се таква промена извела и на укрупцима; стена тада узима изглед неког кристаластог шкриљца.

Бречије се граде од разноврсних стена и у разним срединама: од опадине на планинским странама, од крша из и код вулканских отвора; даље: у рудним жицама, у пећинама и пукотинама, на морским обалама, и при покрету, трењу и саламању брдских пласа.

Неке су од њих већ раније приказиване.

У геолошкоме погледу онајважније су кречњачке бречије, које се још зову: бречоидни мермери, милонити, милонитске бречије.

Милонити су бречије кречњачке и друге које постају када се креће нека брдска пласа, чији се доњи слојеви тада, услед јаког трења и притиска, здробе у комаде, па се ови доцније опет слеме. Они су, дакле, знак и резултат онога орогеног необичног процеса када се некакав читав планински покров превлачи преко других маса, па их више или мање препокрије (шаријажа).

Те бречије од орогеног крша кашто је тешко разликовати од седиментних бречија које обично леже као погранична формација у томељу неке новије серије слојева. — Маринске су бречије више пута сложене од комада дубокоморских седимената са малтером обалског порекла. Овде ваља претпоставити двојак покрете у мору: или су на обале пренети комади седимената који су се већ у дубинама вишемање консолидовали, или је обалско градиво повучено ка пучини, где су се марински седименти услед покрета покршили. Колебање ово могло је настати уследгибања, набирања, денивелације морског дна.

Међ кречњачким бречијама у Србији највише се истичу „мермери“ у Ропчеву (срез космајски) и у Марковцу (срез драгачевски), који су употребљени за украсне предмете.

Коштане бречије постале су нагомилавањем костију од сисара у пукотинама, ублима и пећинама. У првима су већином кости од травоједа. Има их у Далмацији код Трогира, Рогознице, Задра. У пећинама су коштане бречије, највише од костију месождера, који су у њима живели.

Бонбед је бречија од костију риба, које су живиле по заливама мора; нађено је у слојевима измеђ Силура и Девона (у Енглеској) и измеђ Тријаса и Лијаса (у Немачкој).

Пешчари, као и бречије и конгломерати, јесу консолидоване кластичне стене, то јест стене сложене од трошака кварца из других

стена повезаних цементом, који, као што се зна, може бити: глина, каолин, калцит, гипс, доломит, силиција, смола или какво једињење гвожђа или фосфора.

Цементовање трошака може се десити одмах пошто су се зрна песка сталожила; на пример, када се негде са зрнима песка таложи у исто доба и глина која их слемљује или где кристалише неки раствор силиције, лимонита и т. д. — Када се консолидација врши после таложења одломака, цемент може постати из самих кластичних елемената; на пример када се са зрнима песка депонују и зрнца каолинисаног фелдспата; или тај и други лем долази из раствора. — Првобитни цемент може доцније да уступи место неком другом, на пример калцит силицији. Има великих маса пешчара у којима је један део са вапненим, а друга са силицијским цементом (пешчари код Фонтенбла), или у којима су неки делови консолидовани, а неки трошни. Ови силицијски пешчари у Фонтенблу могу се сматрати као кварцити; силиција која је у њима заменила негда вапновити цемент могла је произаћи растварањем пескова изнад и испод тих пешчара и новим фиксирањем, консолидовањем, растворене силиције међ зрнима кварца. — Глиновити и гвожђевити пешчари мекши су но вапновити и силицијски. — Чвршћи су они који су били под каквим притиском.

У кварците прелазе и кристаласти пешчари у којима се секундарна силиција скаменила као кристална допуна примордијалних зрна кварца. Прости пешчари динамометаморфозом дају просте кварците, а сложени дају разне кристаласте шкриљце па и сам гнајс.

Гвожђевитих пешчара има много нарочито у палеозојским теренима (Стари Црвени Пешчар, Вогески Пешчар, и т. д.). Гвожђевити су већином и мезозојски пешчари, а терцијерни нису (сем алиоса, „ортштајна“). Стога се мисли да је црвени цемент од оксида и оксидића гвожђа секундарнога порекла. — Гипсани пешчар створен је у Киргиској Стени.

На додиру са гранитоидним магмама пешчари су се претворили у кварците па и гнајсе, а то се десило и динамометаморфозама. На додиру са вулканском стеном пешчари се стапају.

Зрна песка у пешчарима могу бити сасвим заобљена или више или мање ћошката; а по величини јако варирају. Кварц је битни састојак, а споредно се јављају: лискун, фелдспат, глауконит.

Аркозе имају понајкрупнија зрна; оне постају од трошака гранитних и гнајских стена (арене), када их цементује каолин или глина и силиција из њихових фелдспата. Стога се аркоза зове и регенерисани гранит.

Сивача (Grauwacke) има мешовите особине аркоза, бречија и конгломерата, то јест може бити сложена од крупнозрнога песка или од ћошканих или заобљених комадића шкриљаца, слемљених силицијом, глином, а ређе вапнацом. Вапновити цемент чешће се раствори, те стена остане шупљикава а чврста, па може послужити за воденично камење. — Распадањем даје иловачу.

Песак постаје у морима, језерима, у рекама, по пустарама, на вулканима, на коралским острвима.

Распадање. Обични пешчари распадају се доста ласно. Пешчари који су врло глиновити и лапоровити абсорбују воду, промрзну ласно и разлажу се у песак и песковиту глину. — Пиритисани пешчари разлажу се врло брзо у лимонит и галицу, а ако им је цемент вапновит ту се ствара и гипс. На грубим пешчарима настајују се радо ниже биљке, које их троше. Сиви и загасити пешчари избеле на ваздуху услед оксидације органских, угљених примесака у њима.

Земље које постају распадањем пешчара имају особине које зависе поглавито од природе њихова цемента.

КВАРЦИТИ И РОЖНАЦИ.

Кварцити. — То су холокристалисане стене сложене од самога кварца, када су чисте. Постају већином прекристалисавањем пешчара, па стога у њима има двојакога кварца: старијега, кластичнога и млађега, који га обухвата.

Овако чист кварцит може да постане и директним хемиским путем. Има кварцита који су постали у земљи из инфилтрационих вода, као што из њих кристалише кварцни агрегат по пукотинама и шупљикама.

Лимнокварцити су од кварца и опала. Постали су или непосредним таложењем силиције у слаткој води или силицисањем вапновитих стена. Неки варијетети имају шупљике оштрих дуварова, па су добри за воденичне жрвњеве, као и камење које постаје одузимањем калцита из силиковитих кречњака.

Неки су кварцити постали преображајем пешчара и кварц-филита на додиру са еруптивном масом.

Динамометаморфозом може кварцит да постане из сложених силиката. Из микашистовог типа, када се из њега повлачи лискун, постаје прво кварц-филит, па прави кварцит. У овоме се зрна кварца кашто скупе у гомилице, карактеристичне за мандоласти кварцит, за који се мисли да може постати такође и динамометаморфозом кварц-конгломерата.

Кварцити су у геолошкој и генетској вези са кристаластим шкриљцима, стога их највише има у најстаријем терену.

Распадна кварцита јесте каменита и песковита. Земља је од ње танка, неродна и у толико поснија у колико је чистија. — Извори из тих стена имају воду врло лаку и питку.

Рожнаци. — Минералне масе ове групе састоје се, у главном, од разних варијетета силиције, дакле као и кварцити. Битни су им састојци кварц, калцерон и опал, и то или здружени или у засебним агрегатима. Постају највише непосредним или посредним радом организама; дакле су органогени производи; а могу бити и хемискога и метаморфнога порекла.

Обични рожнац је тврд и крт, у танким слојевима. Постаје од организама, радиоларија и сунђера, који су дали градиво и другим силицистичким масама.

Фтанити су ситнозрни агрегати кварца и калцедона, са толико много остатака радиоларија, да је слободно мислити, да су постали од радиоларскога муља. — Лидит је фтанит са много угљена; служи за пробање златних предмета. За лидит код Пушћа у Ческој мисли се да су постали под утицајем врелих извора, који су пратили ерупције спилита, а избијали и дуго после тога, као потоњи изданци негда силнога вулканскога рада у тој области. — Новакулит је фтанит који је постао, канда, силицификацијом шкриљаца.

Корнити, корнубијанити, адиноли јесу разни и разнобојни варијетети рожних стена налик на фтаните, који су постали при метаморфозама на контакту еруптивних маса. У њима се сем силиције налазе и разни силикати метаморфнога порекла.

Гејзерит је опалов бигар, који постаје из врелих извора, гејзера, непосредним таложењем растворене силиције или посредовањем алга, који њу из воде издвајају.

Кремен, јаспис, трипла, горско брашно нису нигде у знатним масама, да би се рачунали у стене. — Кремен је смеша опала и ситнозрне, ситнокристалисане силиције. Постаје или концентрацијом силиције из раствора или од скелета неких организама (сунђера, радиоларија). Јавља се у виду плочица или неправилних конкреција. Плочице се консолидују или измеђ слојева стена или по пукотинама. Највише их има у формацији Креде. Када се кредни терен распада, на површини остаје кременита глина. Јаспис је као силификована глина. — Трипла је од дијатомеја са рожним скелетом. Сличан се дијатомејски талог данас налази и у слатководним басенима и у океанским пучинама. — Горско брашно постало је такође од микроскопских љуспица рожних дијатомеја. Ствара се и сада много у неким језерима. Бело је, а по некада, када се помеша са хумусом, црни се.

ГЛИНА И ГЛИНЦИ.

Глина је алумо-хидросиликат.

Чиста глина, каолин, ствара се, као што је напред излагано, свуда где на алумосиликату дејствује вода са угљеном киселином ма од куда ова долазила и ма каква била температура воде. Каолин се ствара, дакле, и на површини Земље и у дубини њеној, под утицајем и врелих и хладних угљокиселих вода, па и блатних вода са хумусом. Стога су му лежишта различна по моћности и по дужини времена стварања и по климским зонама. Каолинизација не бива само на један начин, већ на више; она прати и механичну дезагрегацију стена, и оксидацију и редукцију. Ови разни процеси дају и обичну глину; само што се ова нагомилавала по већим просторима и у већим масама, и садржи много више споредних састојака, од које су јој неки дали ова имена: слана, стипсана, битумиска, пиритна, хидроксидна, окра. — Пластична је глина која с водом даје тесто повољно за грнчарију. — Сукнарска земља (ума) не меша се са водом, а упија ласно масти; садржи силикату магнезије. — Глине се таложе из глиненога муља у рекама, језерима и морима. Тај је муљ од најситнијих делића и то већином у колоидноме стању. На ушћима река у море слана вода доприноси да се из реке брзо таложи све што је донела па и глина; ова дакле није депонована само у дубинама. Глине има у свима теренима, а у палеозојским само оним који нису услед орогених и динамометаморфних процеса промењени.

Динамометаморфозом чиста глина може да постане прост аргилошист или флинт.

Лес (или „прапор“) је смеша глине и ситних кошкастих зрнаца кварца са врло мало калцита. Боја му је жућкаста и црвенкаста од хидроксида гвожђа у глини. Калцијум-карбонат обично је исплакан из горњих делова, па згрудван у нижим („лесове луткице“). Цела је маса порозна и капиларна, па, противно обичној глини, пропушта кишницу. Цевчице су заостале на местима жилица и стабљичица од трава које су негда на тој земљи расле, па новим наносима засипане, претпоставља се, да из безтравне пустаре ветар односи прах од глине и ситнога песка, па доноси у травом обрасле равне степе. То је дакле сувоземна творевина; с тога у њој има само пужева и биљака, који живе на суво. — Сметови од прашине нагомилавани су и по странама брегова; преко њих је прелазила кишна оцедина, са другом распадином мешала их, и претварала, на пример: у иловачу — Еолски прах, навејан у баре и друге водене басене, меша се са муљем и гради слојевити нанос, у коме има љуштурска од барских и од сувоземних мекушаца.

Масе леса могу да буду врло дебеле; нису слојевите; а имају јаку спону делића, па се држе и у вертикалним одсецима без обурвавања. Ветар с песком проструже у лесу сутеске, издуби „циновске лонце“. На површини му постају плитице и вртачице и услед растварања кречних материја у њему; виђају се много по Срему.

Лес се највише стварао у млађем делу кватернерне периоде, али се наставио стварати и после тога доба. У Маџарској је за време Рима био Стари Будим (Aquincum), који је сав лесом затрпан, што значи да се овај стварао и у историској периоди.— Барања је сва од леса, који је до површине тла помешан и завршен са јаким слојем хумуса. — У Срему и Славонији у жутоме лесу леже размакнута четири мрка и црнкаста слоја, остаци од некадашње четири рудине. Ту је, дакле, маса леса створена у четири фаза јаких еолских наноса, који су засипали рудине са хумусом и вегетацијом. — Слично је и у Шумадијској Посавини и Подунављу. — Леса има до линије изнад половине Европе, у долинама Дунава, Елбе, Рајне, у равнинама Ческе, Немачке, Француске, Белгије. У Француској и Немачкој има леса, за који се мисли да је постао из река. — Највеће су масе леса у Јужној Америци (пампас) и Хини; у овој он захвата 600.000 кв. км. а дебео је до 600 м. Он се почео стварати пре 200.000 година.

Рудина на лесу јесте понајбоља ораћа земља, јер има повољне сразмере глине, песка, креча и хумуса. Испод рудине је лес ситнозрн, црвенкаст и мркоцрвен, јер ту заостаје више хидроксида гвожђа, а калцитна се материја испира и спушта у зону конкреција у истој маси леса.

Црвеница (terra rossa) је врло гвожђевита и по мало песковита глина, живе црвене боје, ситнозрна, хигроскопна, са конкрецијама лимонита као пизолит, а и крупнијим. Она је карактеристична земља за кречњачке приморске области око Средземног Мора. По красу наших крајева црвеница је скупљена највише у вртачама и увалама, где представља заоставштину од растворених и испраних кречњака и доломита, у којима је било гвожђа и алуминије.

Али, постанак ове земље још није добро растумачен. Неки геолози упоређују је са црвеним муљем у дубинама Океана. Винаса де Рењи мисли, да је њено гвожђе депоновано из гвожђевитих вода, а не да је нерастворени остатак од нормално растворених карбоната, као што је схвата Најмајер, који је рекао да је то „пепео кречњака“. Пенк мисли да је спирање кречњака имало главну улогу у њеном стварању. Крепс разликује две врсте црвенице, једну која је остала на своме месту и другу која је пренесена. Ова је постала масна, нечиста и збијена; а прва је чистија, растресита и зрнаста. Оне се разликују и при обради.

Црвеници су најближа ова два земљаста агрегата: боксит и латерит.

Боксит је, као и бол, смеша хидроксида гвожђа и хидрата алуминије. Оксиди гвожђа могу бити или у аморфном стању (Кишпатићев: спорогелит) или као лимонит, хематит. Тако и са хидратом алуминије (алумогел и дијаспор). Кишпатић је доказао да су боксити у Далмацији, Босни, Хрватској и Крањској истоветни са онима у Француској и да су и они остатак од растворених кречњака. Локални су варијетети код нас: клијачит код Клијача у Далмацији, и вохенит у Крањској.

Доказује се да боксити могу постати и из базалта.

Из боксита у коме има мало гвожђа вади се алуминијум; а онај у коме се нађе много гвожђа сматра се као руда тога метала.

Латерит се створио у тропским пределима распадањем разних кристалистих стена (габро, нефелин-сијетити, перидотити, дијабази, гнајс, и т. д.), а и седиментних (глина). То је смеша црвене боје од хидроксида гвожђа, хидрата алуминије и кварца. Распадање се силиката извршило, по неким ауторима, под утицајем микроорганизама, а по другима (Кајзер) они су подлегли хидролизацији, под утицајем високе температуре и многе воде. — Када је остао на месту (елувијални латерит), онда се познаје структура стена од којих је постао, и фазе кроз које је пролазио. Када је у алувијонима онда је помешан са песком. Када је гвожђе у њему концентрисано као лимонит и хематит, онда се сматра као руда гвожђа. — Хидрат алуминије или је кристалисан (хидрагилит) или је у фази колоидалној (алумогел).

Има и алумосиликата у форми каолинита, халојзита.

И хидрат гвожђа је или кристалисан (хематит) или колоидалан (стилпносидерит), а оба могу бити и анхидра (тургит). Пизолити су вероватно постали концентрацијом на суво, а не у живој води.

Латерити су могли постати у разним геолошким периодама, а стварају се и данас.

Рудина на латеритима није родна, због оскудице креча и органских материја; ову целу прождеру инсекти пре но што би се претворила у хумус. На латериту расту неке дивље траве, а нема дрвећа.

АРГИЛОЛИТИ.

Аргилолити су стене меке или чврсте, састављене поглавито од компактне глине са разним споредним састојцима. Они, дакле, постају од глине која се, као што знамо, ствара у разним срединама, од разних примордијалних стена и услед разних процеса. А консолидовање или скамењавање врши се путем метаморфоза или услед простог притиска моћних горњих наслага на седименте глине. Ове стене имају већином шкриљаву структуру с којом се приближују филитима и прелазе у исте. Ту спадају глинци, аргилошисти и неки филити.

У глинцима превлађују кластични елементи. Чвршћи су од глине; слојевити су. Има их угљевитих, битуминозних и т. д. као и следеће врсте аргилолита.

Најкомпактнији су аргилошисти, који су у исто доба и најцепљивији, те се од њих граде плоче за кровове, таблице за писање, легидиштер, брусеве. Они су састављени скоро подједнако од аутогених и од кластичних елемената. Има их у свима теренима.

Феле аргилолита које се стварају под утицајем контактнoг метаморфизма и које су карактерисане разним структурама и новоствореним споредним састојцима имају ове варијетете: чворновати, зрнасти, пегави, лискунски, андалузитски, гранатски, кордијеритски и т. д.

Има аргилолита који су постали силицификацијом порфирских туфова. Има их који су импрегнисани битумијом, графитом, стипсом, те се по њима и називају. Ампелит је пун пирита, који се претвара у галицу, па је употребљен за ђубрење винограда. Отуда му и име.

Земља која се ствара од аргилолита јесте глина са песком и трошкама шкриљаца. Када је на стрмим странама кишница спере из ње све финије састојке, па остану само ситни каменчићи, на којима је слаба вегетација. — Од аргилошиста су постале глинуше посне и хладне, кашто врло дубоке, црне, тамноплаве а црвене када имају лимонита. — Глинци се распадају још лакше но аргилошисти и дају брзо дебеле масе глина, које у почетку нису толико пластичне, као што су то доцније. — Глине старих терена, када се испоље на површини, распадају се врло ласно у земљу. Док су у слојевима обично су црнкасте, тамноплаве, сиве и зеленкасте, а услед распадања постају црвенкасто-жућкасте, вугасте и црвене, што долази од оксидације органских и гвожђевитих материја у њима. — Велики део загаситих, гвожђевитих глина јесте главни производ распадања камена становњака под њима.

КРЕЧЊАЦИ И ДОЛОМИТИ.

Кречњаци су главне карбонатне стене у земној кори. Основно градиво њихово, калција, произашло је и произлази прво процесима распадања у еруптивним стенама и претварањем у калцијум-карбонат; а после се од разне руке промеће кроз разне средине и облике, кроз мртва и жива тела, а увек уз суделовање воде.

Калцијум-карбонат може се депоновати у слаткој, бочатној и морској води, па тако постају и разлике кречњака слатководних и маринских.

Слатководни кречњаци заузимају мало простора. Међ њима је више оних који се таложу под утицајем организама, алга и маховина, а мање оних који се сматрају као непосредни хемиски талог. — Из извора постају сига, бигар, оолит, пизолит. — Из обичних извора таложу се калцит, а из врелих арагонит. Из подземних вода у пећинама гради се „пећински накит“ од сталактита и сталагмита. Из језера: кречни туф, травертин, креда, лимнокалцит, таложу се поглавито под утицајем неких алга (*Chara, Nitella*). Један леп пример вапнаца, са слатководним пужевицама (меланијама, потамидима) лежи у најстаријем делу Терцијера код Шибеника, где је покривен са маринским кречњацима у којима су алвеолине.

Марински кречњаци јесу главна грађа кречњачких планина. И међ њима је мало њих који су могли постати без суделовања организама. Непосредна седиментација вапнаца могла је бити услед неке хемиске реакције. У Црноме Мору калцијум-карбонат се депонује разлагањем његова сулфата. — Калцијум-карбонат који је у морској води растворен даје седимент једнога вапнаца посредовањем неких денитрификујућих бактерија (*Bacterium calcis*).

Прави органогени вапнаци могу се сматрати као кластичне стене, јер су постали од трошака и других остатака органских тела. — Пужарац се зове кад је од трошака мекушаца. — Цементоване љуштуре мекушаца зову се лумакеље, а неслемљене — фалуни. — Серпулити су постали од анелидних црва. Кречњаци криноидни, фораминиферски (фузулински, нумулитски, алвеолински), капротински, хипуритски постали су од животиња чије име носе. Кречњаци коралински, хидрозојски, бријозојски и нулипорски представљени су и у данашњим формацијама, колонијама, тих организама.

Креда је од трошака фораминифера, радиоларија, бриозоа, корала, сунђера, ехинодерма и т. д.; није дакле из врло дубинског глобигеринскога муља, већ у њој превлађује градиво плитководно, па и теригено. Кредна материја може да се таложу и у језерима, као што се сада дешава у неким језерима у Швајцарској и Северној Немачкој; ту креда постаје нешто од спрашених љуштурса од мекушаца, а нешто депоновањем из раствора калцијум-карбоната услед испаравања воде;

При стварању вапнаца, а и доцније, у масу њихова градива улазиле су и друге материје које су утицале на њихов састав. Тако су постали варијетети кречњака: глиновит, лапоровит, хидраулични, рожни, доломитни, графитски, угљени (антраколит), битумски, асфалтни, фосфатни, гвожђевит, пе-

сковит, глауконитски, серпентински (офикалцит), лискунски (циполин).

Фитогени морински кречњаци постају од литотамнијума, нулипора, коралина. — У слаткој води фитогени кречњак постаје инкрустованем алга (*Chara* и *Nurpium*).

Услед дијагенезе и метаморфоза кречњаци су постали: једри, зрнасти, бречасте, шистозни, порфиرويدни (калцифир).

Оолити постају данас и у топлим морима; они су махом од арагонита, који се после преображава у калцит.

Мермери су резултат преображаја обичних кречњака или у близини и на додиру са подземним топлим еруптивним масама, или услед орогених дислокација (динамометаморфоза):

Доломит као стена није сасвим то исто што и минерал истога имена, јер у стенама однос калцита и магнезита није тако сталан (као 1 спрема 1) као што је у минералу доломиту. Калцита обично има више.

Доломити могу да постану директно из вода: из извора, из језера, залива и из мора. И вештачким путем могу се добити доломити из раствора калцијум-и магнезијум-карбоната, а и другим сложенијим хемиским реакцијама уз суделовање магнезијум-сулфида и сулфата. Када се смешта калцита и горке соли загрева до 220°, а на притиску од 15 атмосфера, производе се доломит и гипс, који често другују и у природи.

Други начин постанка доломита у природи јесте када се чистоме кречњаку додаје магнезијум-карбонат, или када се из магнезискога кречњака одузме извесна количина калцијум-карбоната, па се количине обе те соли приближе сразмери карактеристичној за доломит. Оваква доломитизација кречњака врши се помоћу инфилтрационе воде или термалних извора.

Кречотворне алге (*Lithothamnium*) и корали могу у своме скелету да фиксирају магнезијум-карбонат, поред калцијум-карбоната, али не у врло јаким количинама. Доломитисање коралских спрудова врши се и сада у њиховим дубљим деловима, где су већ изумрле колоније животиња.

Под утицајем метаморфоза и доломитске стене постале су мермерасте, једре, бречасте (доломитски милонити), слојевите.

Доломитски песак по свој прилици јесте остатак растварања доломита кречњака.

Шупљикави (кавернозни) доломити (карњоли) могли су постати растварањем грудва и грумења од калцита или анхидрита, који су били у првобитној стени.

Лапорци су седименти кречњака или доломита са извесном количином глине (која варира од 20 до 60%), према чему као и према разним примесама могу се разликовати ови варијетети: вапновити, доломитасти, глиновити, лискуновити, глауконитни, битумски, песковит, гипсни, оолитни.

Распадање. — Кречне и доломитне стене толико су растворљиве да на њима остаје врло мало распадине и то од примеса у њима, а то су: песак, глина, фero-оксиди, по негде нешто фосфата и калије. Пошто се карбонати сперу од заоставштине постаје глинаста маса, жуто-вагаста, кестенаста или црвена. Најмањи слојић ове земље представља огромну масу кречњака из кога је остао. На чистим кречњацима и чистим доломитима гради се врло мало земље, па и та се ласно спира; а у којима има глине и других примесака, ти дају више и боље земље. Највише и најбоље рудине постаје на лапорцима.

Како се растварање кречњака не спушта равномерно у дубину то му гранична површина није равна, већ се у њу на местима растварања удубљују „убли“, „бунари“, „цепови“ испуњени заосталом земљом. — Из слојева креде заостаје мало земље, и то са конкрецијама кременим. По негде и фосфатног грумења има тако много да је од велике вредности за удобравање земље.

СОЛИ.

Халоидне соли јесу кујнска со (NaCl), силвин (KCl), карналит (KCl , MgCl_2 , $6\text{H}_2\text{O}$), кајинити (KCl , MgSO_4 , $3\text{H}_2\text{O}$) полихалит (2CaSO_4 , MgSO_4 , K_2SO_4 , $2\text{H}_2\text{O}$), кизерит (MgSO_4 , H_2O). — Ове сложене соли појављују се у слојевима и складовима соли као пратиоци простих хлорида калиума и натриума. Постали су дакле у истим приликама као и они.

Кујинска со постаје данас на више разних места. Најмање се ствара сублимациом из вулканских еманација. Ствара се по мало из неких сланих извора, а много из затворених сланих језера без отоке, а у сушној клими. Може да се сталожу у затвореним плитким морским заливима, лиманима, полојима крај обала. У пустињама на више места заостаје из плитких сланих бара када сасуше. — Добија се искувавањем воде из сланих извора; искувавањем воде у којој се растворила со, што је била расута по подземној глини; испаравањем танких слојева морске воде у нарочитим плитким басенима крај мора (солила, солишта); вађењем камене соли, сланика, из мајдана.

Камене соли има више мање у свима теренима сем архајскога, а највише у пермском, тријасном и терцијерном.

Најпотпунија је формација соли у Немачкој, у пермском и тријасноме терену, јер су се у тамошњем негдашњем сланоме резервоару

сем кујињске соли сталожиле и остале соли. Ту су се најпре сталожиле масе гипса и анхидрита, и то гипса на обичној температури воде, а анхидрита на вишој.

Изнад гипса преципитовала се кујињска со у врло моћноме складу, а изнад ње редом слојеви: полихалита, па кизерита (магнезијум-сулфат са нешто карналита), а на врху су кајинит, карналит и магнезијум-хлорид. Све је ово препокривено слојем непробојне глине, који воду не пропушта, те су се ове соли могле у земљи очувати нерастворене.

Поменути ред наслањања није свуда остварен; на више места (Енглеска) фале калијумове соли. По негде гипса има интерстатификованог у складу кујињске соли, што указује на периодично понављање процеса кристализације.

Најдебљи су склади соли у Шперенбергу код Берлина. Врло су велики у терцијерноме терену у Пољској код Вијеличке, па у Ердељу и у Румунији.

Повелике масе кујињске соли на самој површини земље налазе се само на камаљима код Кардоне у Шпанији, и на Утаји у Алгиру и на једном брежуљку на острву Кишиму у Персискоме Заливу.

На површини се ова со могла одржати зато што у тим местима не пада много кише, која би је растварала.

Гипс и анхидрит налазе се обично заједно, јер међ њима има генетске везе: гипс постаје из анхидрита када се овај хидратише. Преображај почиње обично од периферије, па су громаде анхидрита често само обложене гипсом, а нису сасвим у овај претворене. А бива и обратно, али ретко, да се гипс претвара у анхидрит.

Велике масе постале су испаравањем воде у плитким морским затонима и у сланим језерима. Мање количине постају из минералних извора, дакле из слатке воде. — Гипс постаје и када киселе вулканске воде утичу на кречњаке разменом измеђ разних сулфата и калцијум-карбоната. Спорадно се јавља и као резултат разних других реакција, на пример: оксидацијом пирита у слојевима лигнита, у пећинама, при распадању стена. Ови споредни производи ласно се растварају и даље односе.

Гипса има скоро у свима теренима. У немачкоме терену Дијаса и Тријаса удружен је са складовима и слојевима соли.

Со се у опште дружи највише са гипсом; тако да кад овога нема помишља се да она није преципитована из морске воде, већ из језера у коме није било калцијум-сулфата.

У околини Париза гипса има много у староме терцијерноме терену.

Гипс и анхидрит употребљују се за удобрење ораће земље, јер привлаче влагу из ваздуха и утичу да се земљин калијум карбонат претвара у његов сулфат кога биљке могу да апсорбују.

Фосфати се појављују у минералу апатиту, у фосфоритима, по жицама и пукотинама и у седиментним слојевима.

Апатита има у већини еруптивних стена, обично у виду микроскопских кристалића, а кашто је згомилан и у повећим масама, које вреди експлоатисати. Он је растворљив у подземној води, особито кад у њој има угљене или хумусне киселине. Из ових раствора он доспева у реке и мора, у седименте, у виду фосфата креча. — Овај се таложи или непосредно или суделовањем организама у виду конкреција по глинама, глауконитном песку и вапнацу. По некада гради сам за се читаве слојеве по неколико метара дебљине. Овакве масе стваране су у разним геолошким периодима; понајвише, канда, у кретацејској и то баш тамо где се депоновала креда (фосфатна креда). Када кишне воде из ове исплачу много креде, остатак се згомила као фосфатни песак, који се експлоатише за ђубрење њива.

Фосфатом креча обложени су дувари многих пукотина и шупљина, а у некима се нашао и у виду стаклатита.

Фосфата има врло много у изметима птица, што се зове гуано. Кишница из њих, на места, испира, и односи фосфорну киселину, која пролазећи кроз кречњаке ствара у њима фосфате креча, а у глиненим и силикатним стенама гради фосфате алуминије гвожђа.

Резултат овога фосфатисања кречњака назван је сомбрерит (по Сомбреру на Антилима) у коме има 90% фосфата.

Има фосфорита који су саграђени од фосфорисаних љуштура мекушаца, или фораминифора. У мајданима фосфорита и по пукотинама и шупљинама, познаје се да су њиховом стварању допринеле кости кичмењака, поглавито од сисара, а има у њима и остатака змија и жаба, које су попадале у те провалије. Земљаст и грудvasti фосфати и глина помешана са овим остацима произлази из околних кречњака.

Нитрати се граде у родној земљи оксидацијом азотатске органске материје, обично под утицајем извесних бактерија. Малу количину азотне киселине доноси и кишница из атмосфере у којој се она ствара приликом грмљавине. Нитрати су лако растворни, те пројектина исплаче све што биљке за своју храну неби употребиле.

Калцијум-нитрат нађен је у неким пећинама, где се мисли да је постао оксидацијом гуана, али ово није сигурно, као што нису сигурна ни досадашња тумачења постанка шалитре. Калијум-нитрат (шалитра) виђа се често као навлака по земљи; има је и у нашим крајевима и у Маџарској.

Натријум-нитрат (чилска шалитра) највише је нагомилана и очувана у најсушнијим пределима Јужне Америке, у слојевима заједно са слојевима камене соли и боракса, а измешана са сулфатима калције, натрона, магнезије.

И постанак шалитре у слојевима земље тумачен је оксидацијом некадашњег гуана, или реакцијама у растворима соли под утицајем организама, а негде (у Андима, Калифорнији) и под утицајем вулканских материја (CO₂ ит.д.), или распадањем великих

маса морских алга и т. д. — али су сва та тумачења постанка слојева шалитре само хипотетична. Сигурно је да обе шалитре могу да постану испаравањем њихова раствора у води; али није сигуран одговор на питање, од куда им је азот: да ли је сав из организама, или га има и из вулкана, и из термоминералних извора? Колико га је ваздушнога порекла?

РУДЕ.

Руде постају на разне начине, као што у опште минерали постају; али су две геолошке средине у којима се руде стварају: оне се могу издвајати из еруптивних и вулканских маса или из течних раствора.

Највише је металних руда постало из течних раствора, а у првом реду из топлих извора. Вода ових извора пролазећи кроз пукотине у кори земљиној и задржавајући се у њима, депоновала је по дуваровима тих пукотина (салбандама) минерале, које је имала у раствору, и то слој по слој док их није сасвим испунила у виду рудне жице. Руда је у жицама или чиста или измешана са јаловим, непродуктивним, минералима, рудоносцима. Руде су од гвожђа, мангана, олова, сребра, цинка, бакра, и т. д., ретко као чист метал, већ као оксид, сулфид, карбонат, фосфат. Рудоносци су кварц, калцит, арагонит, барит, флуорит и т. д. — Материјал којим су испуњене жице могао је бити у околним стенама, па теренском водом растворен и донет на место кристализација, у пукотине, шупљине, пећине, или су их минерални раствори донели из великих дубина. Први се случај зове стварање жица бочном (латералном) секрецијом, а други је процес прави хидротермални.

На први начин нису постале никакве металичне жице, као што се негда мислило, већ од калцита, кварца, магнезита, доломита и т. д. који се и данас из обичних подземних вода стварају по пукотинама, шупљинама, пећинама.

Металични минерали данас се стварају само из дубинских вулканских врелих извора и вулканских пара и гасова. Код Пломбијера у Вогезима из врелих се извора и данас стварају сумпорна и оксидна руда гвожђа. У Калифорнији рудиште цинобера ствара се из врелих извора, солфатара и суфијона; сем живине руде ту се у великим количинама депонују и сулфиди и оксиди гвожђа, бакра и мангана, било по дуварима изворских пукотина, било по прслинама, гнездима и у виду импрегнације. Ти живи примери показују како су могле и у давним временима постати жице, самнице, складови, громаде руда. — Примери грушевина и конкреција магнетита, хематита и т. д. у данашњим лавама указује на начин постанка сличних конкреција у старим интрузивним и еруптивним стенама. У осталом, на више места данашњи минерални топли извори излазе непосредно из минералних жица, што такође указује на вероватност њихове генетске везе.

Гасни и пнеуматолитски металични производи представљени су у неким рудама гвожђа, никла, злата, калаја.

Руда **калаја** (каситерит) јавља се у жицама у вези са гранулитским и лептинитским масама, жицама. Вероватно је калај изнет из дубине у једињенима флуора, уз кога је било оксида силицијума и бора. Како ерупције мусковит-гранита спадају у серију старих ерупција, то су и њихови трабанти, жице калајне руде, у старим теренима. Али у Тоскани је било и у почетку Терцијера ерупција пегматита, које су довеле и стварање жица каситерита.

Бакарна рудишта су у вези већином са старијим базичним стенама (диорити, дијабази, габро, серпентини, малафири). То су обично громаде и самнице сулфида бакра на додиру еруптивне масе са тереном кроз који је прошла. Оксидна једињења бакра налазе се дуж жица пирита и на њиховим изданцима („репишта“), више пута у пратњи трахитоидних стена. Као седимент интересан је бакрасти шкриљац у Саксонској и бакрасти пешчар у серији пермских и тријасних пешчара на много места,

Руде **олова** јављају се обично као конкреције и инкрустације по пукотинама (жице) и шупљинама (геоде), и то обично са симетричним распоредом узастопних наслага. То су врло сложене жице, то јест сем минерала у којима је олово главни састојак, ту су и минерали с гвожђем, бакром, цинком, манганом, антимоном, бизмутом, арсеном, никлом, кобалтом. Жице сумнобројне, у многим регионима и у разним теренима. У Европи су се стварале поглавито у теренима мезозојским (у Херсинској области) и терцијерним (у области Алпискога набирања).

Злато се појављује у громадним и вулканским стенама, у кристаластим шкриљницама и у алувијонима. Кашто у чистом металном стању, најчешће у пиритима, халкопиритима, арсенопиритима и т. д. У Маџарској, Ерделу, рудишта злата су удружена са ерупцијом андезита; вероватно је да су солфатарскога порекла. Другде је злато хемиски преципитат.

Руде гвожђа. Седиментне руде гвожђа постају из раствора његових разних једињења, која улазе у састав разних минерала. (У феромагнезиским силикатима, сулфидима, оксидима и хидроксидима гвожђа). Данас се оне депонују из неких извора, из бара и језера. Депоновање гвожђаних руда из вода убрзавају бактерије, дијатоме и биљке које труну у води. У неким језерима у Шведској и Русији ствара се слој лимонита, који се вади као руда па се временом, кроз 15 до 30 го-

дина ту опет нова маса руде сталожил; таложил се поглавито близу обала.

Агрегата од магнетита, хематита, лимонита, сидерита има у свима теренима. У најстаријим, у кристалистим шкриљцима има магнетита и хематита или расутих или у правим слојевима; они су постали приликом динамо-метаморфисања стена. У карбониферскоме терену има доста сферосидерита, који је канда постао у језерима. Хематит који се јавља у жицама и громадама, понајвише по кречњацима, постао је из инфилтрационих вода, које носе у раствору гвожђе, а растварају и кречњаке. Овде су могуће разне метаморфозе гвожђаних једињења. — Оолитнога хематита и лимонита има у слојевима, највише у формацији Јуре; најмоћније су масе близу до некадашњих обала, даље одатле њихов слој прелази у лапорац, па у кречњак до средине басена.

Ако се таложјење врши у присуству ваздуха постаје лимонит; ако ли има доста угљене киселине и органских отпадака постаће карбонат гвожђа (сидерит). Муљ из воде меша се са једињењима гвожђа, те ту руде постају глиновите.

Силикат гвожђа (глауконит) распрострањен је по кретајским слојевима. — У терцијерној периоди створило се много сидеролитскога терена по југозападној Европи, вероватно под утицајем минералних извора и еманација. Слојеви гвожђаних минерала важни су када се из њих може вадити гвожђе, или када садрже фосфорне киселине, која се може употребити за ђубрење њива.

Гвожђевити пешчар, који се и данас ствара у песковима близу до површине, садржи кашто толико гвожђа да се ово из њега може вадити. Повађене масе временом се обнављају, ако стално придолази гвожђевита вода, из које се хидроксид гвожђа депонује.

Цинк се јавља у жицама и громадама као сулфид (сфалерит), силикат (каламин) или карбонат (смитсонит) Громаде и самице нарочито су велике тамо где су раствори ушли у масе кречњака, као што је то било, на пример, код Кучајне (у Србији) и Рајбла (у Корушкој). У овоме последњем месту по доломиту су жице галенита и сфалерита, који су кашто у виду сталактита и по шупљинама; у оба случаја, дакле, руда се створила по постојећим пукотинама. А самице од цинка-карбоната, у истоме кречњаку, постале су сменом те руде на место кречњака.

ФОСИЛНИ УГАЉ И УГЉЕНИЧНА ТЕЛА.

Тресет се и у пређашњим геолошким временима стварао онде и онако где се и као што се и данас ствара; то јест у хладнијим преде-

лима, било у дољама било на висинама, највише од ниских барских биљака, хидрофита, а доста и од дрвља. На неким се местима стварао врло дуго, почев пре Леденога Доба па све до данас.

Ево два-три примера.

У тресетиштима Шкотске распознаје се девет разних катова створених од девет разних шумских флора: у једноме кату превлађују остаци од брезе, у другоме од борја и т. д. У почетку су биле биљке арктичне, после је настало дрвеће из блажије климе, па опет хладније. Флора између фаза јаког залеђивања, т. ј. интергласијалнога хоризонта, указује на топлије време. На врху, у најмлађим слојевима превлађују маховине и друге биљке, које су и у садашњим тресавама. У доњим је слојевима тресет збијенији, у горњим је више спљиваст. Читава стабла, шуљци, огранци и корени, који су очувани у дубини претворени су у угљену материју налик на лигнит.

У тресавама Скандинавије распознају се четири узастопне шумске формације: брезје, борје, лужје и јелашје.

У Данској су стари слојеви тресета сачували кршевину од борове шуме, које више тамо нема; за борјем је превладала једна врста раста, па друга врста раста, а најзад буква, од које су сада тамо најлепше шуме. Сем тих шумских тресетишта у Данској има тресава од врштинне и од трава мочарних ливада. Судећи по људским рукотворима нађеним у поменутиим слојевима закључује се: да је борови тресет створен у Камено Доба, растови у Бронзано Доба, а букови у Доба Гвожђа.

Шумски тресет у опште више је влакнаст, а долиински више збојит као муљ; први је мрке боје, а барски је црн. У оба случаја главни састојци тресета јесу: биљно влакно, хумус, неорганска материја и вода, а споредни: смоле и други угљоводоници.

Сем континенталнога (лимничкога) тресета изузетно он се може створити и поред морских обала, које тону па вода поплави обалску вегетацију, покрије је минералним талогом, испод кога се биљно градиво угљенише. Ово је паралски тип тресета; он опомиње на прилике, у којима су се стварали паралски слојеви каменог угљена.

Доплерит је хумусна чврста компактна маса.

Лигнит. Он се створио највише у периодама терцијерној и кретајској, вероватно по ондашњим луговима и мочварима, слатинама, и то из дрвећа, у коме има, више но у другом биљу, целулозе и њених варијетета: лигноцелулозе (или лигнина), лигнона, па за тим гуме, смоле и т. д. Микроскопски преглед терцијерних лигнита открио је у њима инфузорија, гљива и бактерија, које су могле изазвати угљенисање биљних остатака. Тако је вероватно бивало и у претерцијерним временима.

Лигнити нису стварани само у поменутиим млађим геолошким периодама; њихових слојева има и у старијим теренима. То значи да

количина и угљеника у угљу, то јест, да ступањ карбонизације не зависи само од старости фосилнога угља, као што се негда и мислило, јер карбонисање може нагло да се прекине, када престане фермантација биљнога градива, и средина у којој се оно распада постане антисептична услед нагомилане угљене киселине и створених хидрокарбира. Тада биљни нанос, и ако је стар, престане да се даље угљенише.

Лигнит има састав и структуру дрвета, тако да се често може познати и од кога је рода дрво. — Од целулозних биљака постао је варијетет лигнита што се зове мрки угаљ; у овоме се не познаје структура дрвета, јер је компактан. — Гагат је пореклом од четинара. — Сви ови варијетети лигнита и по биљној структури и по хемиским особинама, ближи су угљенисаном тресету но следећим типовима фосилнога угља.

Камени угаљ (карбонит) има разних варијетета (суви, посни, масни), који се разликују чврстином, сјајношћу, структуром, преломом, а поглавито количином угљеника. И они су постали угљенисањем биљнога градива у води, у којој је било микроба (*Bacillus micrococcus*) гљива, сапрофита. И овај је процес у некоме виду мочење, кишеење. При томе се развијају метан, угљен-диоксид и вода, и то тако, да у остатку количина угљеника постаје све већа спрам других састојака, док у неким варијететима антрацита не дође до свога врхунца.

Карбонити су највише стварани у палеозојским периодама, нарочито у карбонској; али их има и у мезозојским и терцијерним теренима. Ово се тумачи тиме, што је и у овом млађем терену услед изузетно повољних прилика карбонизација могла да постигне виши ступањ. Вероватније је пак да се ова могла продужити и доцније, под утицајем неке топлоте и притиска на угљеносни слој. Притисак се увећава природно, када се нагомилају велики слојеви у повлати угља или услед набирања слојева. Топлота се могла увећати услед механичких покрета или приближења топлих еруптивних маса. Тада се из угљених маса развијају гасни угљоводоници (рударски гас), па се обични карбонит претвара у посни, а посни у антрацит.

Ни антрацит није највиши ступањ угљенисања. У прекарбонским слојевима има фосилнога угља, истина у малим количинама, који су скоро сасвим од чистог угљеника. То су антраколит из Камбријума у Канади са 95% угљеника, и шунгит у хуронскоме кату код Шунге крај Оњега са 98,11% С. Ови су угљи, као и већина антрацита, постали метаморфозом нижих ступњева фосилнога угља.

Графитоид и графит. Оба су од чистог угљеника, први од аморфнога, а други од кристалисаног. Графит је крајни резултат

потпунога угљенисања целулозе. Постаје метаморфозом из каменог угља, при чему из овога нестају гасови. Може да постане и из неких фумарола разлагањем њихових карбида. Налази се често као споредни састојак гнајса и микашиста, у којима је и он постао динамометаморфозом, као и ови шкриљци.

Угљени гасови налазе се у свима врстама фосилнога угља, почев од тресета до антрацита. То су поглавито метани и угљена киселина.

У тресету, поред метана, има много и азота; за овај се мисли да је остао из ваздуха, чији се кисеоник утрошио у грађењу воде и угљендиоксида. — У гагату је гас бутан. — Из лигнита се највише издваја бутан. — Из битуменскога и других карбонита избијају метани, често са страховитим експлозијама. — У антрациту превлађује такође метан.

Угљишта су на местима некадашњих језера, бара, слатина, делта, естуара, залива; постала су дакле, како која, у слаткој, бочатној и сланој води. Постала су од разних биљака представљених у разним флорама, које су карактеристичне за разне геолошке периоде. Највише их је постало из најбујнијих вегетација; а то су обично флоре лугова, и других влажних и мочарних места.

Угљишта се зову аутохтона, када су на истоме месту, где су расле биљке од којих су; а алохтона, када су се те биљке развијале негде даље, одакле су после нанете. За пример првога може се замислити један плитки басен, резервоар са бујном травом, трском, рогозом, шеваром, маховином, алгама па и дрвећем и цбуњем. Отпаци од тих биљака годинама су се на дну воде нагомилавали и трунули без присуства ваздуха, угљенисали и збијали. Ако је ова седиментација биљака случајно прекинута и притиснута једним слојем муља, онда је то још повољније за њихово угљенисање. Бива да по неко стабло остане усправно са кореном у подини на којој је дрво расло, а око њега се нагомилава биљни крш и шушањ, с којим ће се оно заједно угљенисати. — Има слојева фосилнога угља, нарочито од лигнита, где изгледа да је он сав постао од потопљене шуме.

Врсте каменог угља које носе енглеска имена Bog-head и Cannel coal, које су пуне битумије, те се из њих може правити светлећи гас и минерално уље налик на петролеум, постале су од биљних делића који су такође заостали на месту живљења истих биљака. Микроскопом се докучило, да је први сagraђен поглавито од алга; а други већином од спора васкуларних криптогама и полена гимносперма из места и околине. Алге би се, према томе, имале нагомилавати милијардама, као окреци или водени цвет; па се згомилана њихова и гелоза (паче) и

целулоза, под утицајем микрококуса, трансформисала у аморфну, угљену масу, која често облаже биљне делове још непромењене. Како у Саппел-угљу има и азота и то више но што би га ове биљке могле дати, то неки претпостављају да произлази из риба, чији су остаци обилни у овоме угљу.

Многа угљишта обичнога каменог угља такође су аутохтона. У карбониферскоме терену она су постала од ондашњих бујних папрата, раставића, цикадеа; и то доста брзо, јер у вишим слојевима има комада угљена из нижих, који су већ били карбонисани.

Аутохтони су можда и слојеви каменог угља, који су постали у неким приморским полојима од шумских и ритских биљака. Њихов често велики број растављен је кашто слојевима од кластичних наноса, што се може тумачити гивањем тла на томе месту: после једне фазе фитогене седиментације земљиште је утонуло у море, па се преко њега сталожила глина или песак; затим се тло издигло, на њему порасла нова вегетација, која је дала нов слој биљних остатака; за тим је тло опет утонуло, те се сталожиио муљ, па се опет издигло и тако даље онолико пута, колико има слојева угља. Ова је претпоставка вероватна за угљишта у којима се танки слојеви угља смењују са плитководним морским талозима. Теже је њу применити на оне групе слојева у којима маринске интеркалације садрже животиње из већих морских дубина, као што се то види у угљеним басенима у Корушкој и око Доњеца. У овоме последњем налази се преко 300 наизменичних слојева угљених и дубокоморских; па је овде лакше веровати, да су се толико пута велики узастопни биљни сплавови спуштали са континента у морске дубине, ту се сталожиили и угљенисали. Овде би, дакле, био угаљ алогени као и онај по делтама, заливима и језерима. Наступне бујице доносице су у ове резервоаре са минералним градивом и дрвље и други биљни алувијон. Велике разлике у моћности тих узастопних наплава повлаче за собом неједнакост у дебљини слојева, њихову испрекиданост и слаб паралелизам истих. Полегнута дебла овде су сто пута чешћа но усправна, која су дупке допловила, а тако се и у нанос усадила, па изгледају као да су на том месту и расла, као што је то у аутохтоним угљиштима.

Фосилни угаљ могао је, дакле, постати од врло разних биљака, у свима геолошким периодама, у врло разним и приликама и географским срединама; и промењивати се услед процеса дијагенезе, и метаморфоза, како од механичких покрета, тако од додира са еруптивним масама.

Угљишта су највише аутохтона, а алохтона су ретка. Ова се зову паралска, када је биље снето у море близу до обала, а лимнична када је депоновано по језерским басенима.

Вештачка репродукција. Покушаји да се вештачким путем, притиском и топлотом, биљне материје метаморфишу, дали су неке резултате, али не производе сасвим истоветне са разним врстама фосилнога угља.

Под притиском од 6000 атмосфера тресет се претворио у једну чврсту, црну, сјајну материју, која се с поља не може разликовати од угљена. Лигнит је и на 20.000 атмосфера још прилично задржао своју влакнасту структуру. Вештачким се путем лигнит није могао претворити у камени угаљ.

Јаким загревањем дрвенога ђумура ван присуства ваздуха, добила се нека врста аморфнога угља.

Дрво загрејано до 400° у затвореној цеви постало је налик на масни камени угаљ; развијени при томе гасови силно су притискивали на биљну материју у цеви, и ова се није претворила у дрвени угаљ, већ у сасвим друкчију масу. А када се гасови пусте да изветре, онда се на разним температурама добијају врсте дрвенога ђумура (угља) са саставом који по количини угљеника поступно и приближно иде од дрвета до антрацита. Али ни ова тела немају структуру и хемиски састав фосилнога угља; крајни им је тип кокс од дрвета.

Угљена се материја може добити и из шећера, костију, скроба, гуме арабијске, улмичне киселине. Сви ти производи личе више мање на природни угаљ, али нису с њиме истоветни.

У осталом, за објасњење главних маса природнога фосилнога угља није потребна претпоставка велике топлоте и великога притиска, којим се силама експериментатор служи због краткоће свога времена. Природни је рад спорији; карбонизација се може полако вршити на обичној топлоти и притиску. Топлота се повећава услед саме ферментације, као што се то примећава када се, на пример, „упали“ жито, сено. И из ових би постала угљолика материја када би се при тој упали спречио приступ ваздуха. Ферменти, бактерије, дају дакле топлоту довољну за карбонисање биљнога градива.

Ипак за то не треба мислити да притисак брдских маса и унутарња топлота нису имали удела у дијагенези и метаморфози биљних производа почев од тресета па до графита.

УГЉОВОДОНИЧНА ТЕЛА.

Природна угљоводонична тела јесу гасна, течна, пластична и чврста. Гасни је метан, течни петролеум, чврст је асфалт.

Метан или барски гас ствара се на површини земље у барама у којима се распада сапропел. Из већих дубина он избија често у врло великој количини и на местима где се не зна да има фосилнога угља или петролеума. Избија често са великом зуком и силином; када се

запали може да гори непрестано. С тога су неке „вечне ватре“ сма-тране као „свете ватре“.

За пример великих и дубоких извора барскога гаса наводимо прво бунаре близу Лета у Јови, који имају по 100 стопа дубине.

Петролеум је смеша великога броја виших и нижих угљоводоничних једињења, парафина, олефина, бензина и т. д.

Асфалт је опште име за разне врсте чврстих и получврстих угљоводоничних тела, као што су на пример: прави асфалт, (камена смола) битумија, озокерит, малта, елатерит и т. д., од којих се нека налазе у угљистима, а друга у петролеуму. Ту спада и идријалит који прати руду живе у Идрији, док су обични асфалти и битумије већином импрегнисали пешчаре, глинце, кречњаке и т. д.

Постанак ових тела много је проучаван већ и због њихове вредности за људе. Постанак најважнијега међу њима, петролеума, тумачен је на врло много начина, који се могу свести на две групе: а то је да је он или анорганског или органског порекла.

У прву групу тумачења ставља се скорашња хипотеза А. Соколова (1890 г.) да су угљоводоници космичкога порекла, да је њих садржавала већ прва магма у земљи, из које се после једнако издвајају и у кору земљину продиру. Разлог би за ово био, што се оваква тела налазе и у метеоритима.

Други би разлог био, што се угљоводоници налазе у неким вулканским ерупцијама, истина у врло малим количинама. — У ту врсту иде хипотеза Менделјева и Бертелоа: да се петролеум може стварати у дубини земље реакцијом измеђ металних карбида и воде. Ово је подупрто: Моасановом синтезом петролејске масе, а такође присуством метала у неким вулканским гасовима; наласком чврстог парафина и течног уља у базалтичним лавама код Етне; појавом петролеума у вулканима на Јави — мада би ови природни налази могли постати и директним једињењем угљеника и водоника или дестилацијом из подвулканских седиментних стена у којима се налазе. Скретања магнетне игле око извора петролеума на Кавказу и Апалашким Горама и у Калифорнији указују, да у тамошњим дубинама има гвожђа, чији би евентуални карбиди могли дати петролеум, као што се он развија и из псеудометеорског гвожђа из Овифака.

Друга врста тумачења подупрта је повољним експериментима да се петролеум произведе из органских материја. Енглер га је произвео како из биљних остатака, тако и из риљег зејтина. — По Мразеку, петролеум се гради од остатака многобројних микроорганизама живо-

тињских и биљних, од планктона у заливима и сланим језерима. Многи су аутори тврдили, да су животињске лешине дале градиво за битумију и петролеј; али како је за то потребно велико нагомилане лешина, то се претпостављају велики, нагли помори животиња. Ови могу да наступе услед разних узрока. Рибе Каспскога Мора гину кад их струја унесе у Амур-Дарју где је вода много више слана. У малим затонима Црвенога Мора (чија вода садржи више од 7% соли) петролеум се данас ствара на дну, од посмртних остатака тамошње фауне и излази на површину као пена. Он се упија у поре коралскога кречњака; и тако тамо постаје „смрдљиви вапнац“. На обалама Египта има љуштурса од шкољака импрегнисаних битумијом. У близини Мртвога Мора врло стари слојеви импрегнисани су битумијом, а из оближњег Асфалтскога Језера још су стари Јевреји вадили асфалт и продавали га Египћанима за асфалтовање („балсамовање“) мумија. Са тим су асфалтом прављене цигле за Вавилонску Кулу.

Помор риба може да настане када у море дође неки јак минерални раствор. Тако се претпоставља да су рибе у бакрастоме и битуменском шкриљцу код Мансфелда угинуле нагло услед наглог придоласка магнезијум-сулфата. — Рибљи су остаци многобројни и у менилитним шкриљцима у Галицији, са којима су у вези тамошњи извори петролеума. — За петролеум у области Кавказа и Кубана мисли се, да произлазе из лешина молусака, које су се морале згомилати у огромним количинама. — Сем поменутога два узрока, велики помор животиња наступа при додиру хладне и топле струје и при развићу каквога гаса, као на пример сумпор-водоника у Црном Мору.

Почем се петролеум налази у пешчарима и песковима, то се претпоставља да су материје од кога је постао, нагомилане у пличинама као и ове стене.

Биљнога би порекла били, на пример, неки петролеуми у Америци. Петролеум у девонскоме терену у источним Државама Северне Америке, могао је постати из фукоидних алга, које су, као што сада бива у Саргаскоме Мору, падале са површине мора на дно, где су се под великим притиском петролисале. У приморским мочварима Сардиније и Шведске, трулењем алга, варека, постаје олај налик на петролеум. Слична се маса издваја из неких тресава. — Неке прилике указују да су петролеум, битумија и озокерит могли постати од дијатомеја у језерима и од сапропелскога љига у стајаћој води.

У неким пределима (Бирма и Трините) формација угља у вези је са формацијом петролеума; ту изгледа да је овај постао од најситнијих биљних отпадака, а угаљ од крупнијих. У осталом, Пикте је до-био једну врсту вештачког петролеума дестилишући масни камени угаљ

испод 450° и под slabим притиском. По томе је слободно веровати, да су неки резервоари петролеума и битумије постали тамо где се масни угљ претворио у посни.

Дакле, и животињски и биљни остаци, како у сланим тако и у слатким водама, могу дати угљоводонична тела и то или свако за се или удружена. Услови су за то: да има доста органскога материјала; да је он у води у којој нема ваздуха, и то лакше и више у сланој но у слаткој и да је покривен заштитним слојем глине. Најиздашнији су ови организми: алге, мекушци, љускари, рибе, па и неки микроскопски организми.

У неким местима, као у Пенсилванији, петролеум се градио поглавито од биљака; а у другим, као у Калифорнији, од животиња. Природа производа варира према природи градива од кога је и геолошко-хемиских прилика у којима се то градиво промењивало,

Количина произведенога петролеума у сваком случају с почетка је мала и расте, а доцније се концентрише по местима ван свога првобитнога развића. Помоћу струје вода и гасова и иначе под којим било притиском и потиском, петролеум се провлачи кроз проливаће слојеве док не доспе до непробојних где се нагомилава. Ако на ове ненаиђе он или евапорише или се наново разлива. Дакле, на количину петролејски резервоара утиче не само њихова првобитна количина, већ и јачина преноснога агента и природа стена у којима се креће. Најповољнији резервоари петролеума јесу слојеви песка измеђ непропустљивих слојева глине и глинаца.

Има их у теренима разне геолошке старости и то како маринским тако и бочатним, па и у барским. — Знатнији су резервоари петролеума по ободу веначних планина но у њиховој унутрашњости; а како су туда и главне линије геолошке структуре земљине, то се помишља да може бити неке везе измеђ тих геолошких праваца и резервоара петролеума.

З Е М Љ Е.

Земље су оне меке и трошне масе на површини Земље из којих биље ниче и расте. Оне су постале и непрестано постају разнородним распадањем стена у сасвим ситне и више-мање промењене делиће. У њима се сем ових минералних трошака налазе и остаци од биља што на њима расте, а и вода и ваздух, који из атмосфере у њих улазе. Земље се веома разликују по физичкој и хемиској природи градива, по месту и начину њихова постанка, по понашању спрам фактора климе, па, дакле, и по утицају на развиће биљнога света на њима.

Подробно изучавање ових агломерата по површини земљине коре, који су за живот човечанства понајважнији, спада у засебну науку Педологију. Овде ће се навести оне особине земаља што зависе од геолошких чињеница, које су их стварале и које их и данас стварају.

Састојци. Земља је агломерат делића поглавито од песка, глине, креча и хумуса. Ове су материје постале од многих минерала, а највише (83%) од кварца и фелдспата.

Песак у земљи може бити од разних минерала, који се овако групишу: 1) минерали скоро нерастворљиви, који, дакле, могу у земљи остати непромењени (кварц, циркон, турмалин); 2) минерали који се доста лако растварају и поступно нестају (калцит, апатит и т. д.); 3) минерали (фелдспати, лискуни), чији су само неки хемиски састојци растворљиви (калија, натрон, калција) и нестају, а у земљи остају њихови нерастворни делови (силиција, алуминија).

Песак чини земљу растреситом, олакшава приступ ваздуху и води и обраду земље, особито када није сасвим ситан и збијен.

Кварцни песак сам по себи није родан, али се око његових зрнаца припија скрамица од родне органске материје. — Песак кречни, фелдспатни и лискунов даје земљи калције, калије, магнезије и гвожђа; он је, дакле, један извор минералне хране биља, које њу може асимилувати разним средствима и у разном степену.

Силиције има у земљи не само примитивне, кристалисане, у виду кварца, већ и аморфне пачасте, која је постала разлагањем силиката и која може у неколико суделовати у исхрани неких биљака. — Има и опала, то јест хидратисане силиције, али је овај без значаја.

Глина је у земљи од врло ситних, микроскопских, али индивидуалисаних делића, као линит, или је од пачасте, колоидне материје. Први би се њен варијетет могао сматрати као најситнији песак, а овај други као прави представник аморфне, пластичне глине, која слемљује све делове у земљи. — Глина упија воду, али је не пропушта; сушењем се јако збија, стврдњава и луца. Из других састојака земље она узима фосфорну киселину, калију, хумус, гвожђе, који јој мењају и допуњују састав и са којима она храни биљке.

Креч се налази у земљи највише као карбонат или у сложеним силикатима. Има га као сулфат (у гипсу) и као фосфат и нитрат, који су се овде у земљи створили већином хемиским путем. Од разних кречњака, најактивнији је варијетат земљасте, прашњави, јер се лако раствара. И он одржава растреситост земље. Али због лаке растворљивости лако се и исплаче из земље, те га ваља орницама додавати. На кречном земљишту успевају умерено сви главни пољски усеви. Не успева америчка лоза.

Гипс привлачи влагу и мобилише калију.

Нитрат постаје при важноме процесу нитрификације у земљи.

Органске материје налазе се у земљи у разне физичке и хемиске стање, почев од делића који се још познају као део некога бившег органа, па кроз разне ступње оксидације њихова угљеника и водоника, који се процес завршује стварањем воде и угљендиоксида. Резултат овога рада јесте хумус, који је за земљу најважнији састојак. То је опште име за смешу хемиски различитих тела, црне или мрке боје. — У њему има и органских и минералних једињења. — Органска су азотна, али има и безазотних. Једно су базе: улмин и хумин, а друго киселине: улмична, хумична, кренична, апокренична. За азотна се једињења мисли да могу бити у виду протеина, амида и алкаламида. — Минерални састојци хумуса су они који су били у биљу, а која се приликом претварања биља у хумус не мењају; то су силиција, фосфорна киселина, калција, калија, алуминија и оксид гвожђа.

Хемизам хумуса још није сасвим проучен. Важно је знати: да је он врло сложено тело, да варира много према местним приликама, да је најроднији део земље и да у њој има важну улогу.

Хумус често везује зрна песка, те тиме учвршћује лаке земље; тешкој глини, напротив, даје порозност, те у њу вода и ваздух лакше улазе. Он је главни извор нитрата, којима се храни биље; он апсорбује и задржава друге хранљиве материје, које би иначе вода исплакала и у подину снала. Он даје и угљену киселину, којом помаже растварање калцијум-карбоната и његово спирање.

Фосфорна киселина и фосфати калцијума, гвожђа, алуминијума и магнезијума налазе се скоро у свакој земљи, али у врло малим количинама, те се морају додавати орницама ради напредовања усева на њима. Јављају се или у стању кристалне (апатит) или аморфне, које је лакше растворљиво и за хранење биљака више корисно.

Алкалије (калија и натрон) у земљи воде порекло из њихових сложених једињења, нарочито из силиката. Врло се ласно растварају и брзо исплачу. Њихове лако растворљиве соли (нитрати и карбонати) постају и у самој земљи хемиским путем.

Слично се може рећи и за магнезију, гвожђе, манган и со, којих тела има у свакој земљи, и које или улазе у састав биљака (магнезије и гвожђа) или (као манган) играју улогу у стварању оксидишућих фермената.

Ваздух који је у земљи има много више угљене киселине но ван земље, јер ова се у њој у велико производи трулењем организама.

Отуда је и амонијак у земљи.

Микроорганизми (бактерије, шизомицете) јесу битни састојци и важни фактори у родној земљи. Има их у огромним количинама (до 900.000 у једноме граму земље) и то највише близу до површине, а после све мање, тако да ишчезавају близу испод живице. Под њиховим утицајем из хумуса и ваздуха стварају се амонијак (амонизација) и шалитра (нитрификација), из којих биљке могу да узму потребни им азот; они растварају фосфорну киселину тако да је биље може асимиловати. — Има и штетних бактерија, које пуштају азот у слободу (денитрификација) па се овај губи за исхрану биљака. Од микроба земља је једнако у животу, ври и превире; ако њихов рад много ослаби, земља се умори, умртви, изнури се.

Вода испуњава у земљи оне шупљике, које нису ваздухом заузете; она се ту приљубљује уз површине састојака, а ваздух и гасови су у средини међу простора. Ако ли је свуда само вода онда је земља њоме засићена, натопљена. — Упијање кишнице у земљу зависи од природе њене. У 100 делова земље орнице може да уђе 32 до 42% воде. Сто грама хумуса може да упије више од 100 грама воде, а толико исто глине, (84 грама).

Скважљивост земље зависи највећма од њене структуре, од количине глине у њој, а у неколико од количине соли растворених у води која понире. Вода понире у дубину услед тежине, а враћа се ка површини услед испаравања на овој а и због капиларности земље.

Колоиди. Напред набројани састојци земље могу бити у стању или кристалисаном или аморфном. Аморфно стање може бити или чврсто или слузно и пачасто. Чврсто је или крто зрнасто или као прашина. Материје које кристалишу могу се јавити и у колоидноме стању. Ово стање је управо само једна физичка особина за многа хемиски различна тела. И хумусна су тела понајвише колоидна. Колоидна тела у земљи подобнија су за апсорбовање но кристаласта, отуда њихов велики значај за земље. Од колоида је и велики део градива биљнога (целулоза) па и животињскога (китин, кожа).

Структура земље зависи од крупноће састојака и начина како су они у агрегат сложени. Обична зрна песка у земљи спуштају се од 1 м.м. до 0.2 и до 0.05 м.м. — Видљиви су делићи глине 0,005, а још ситнији су 0.001 мм. и мањи.

Ако су сви делићи тако збијени да међ њима нема ни мало празна простора, онда је ту структура једра (компактна) као и у стенама. Ово је врло редак случај; већ скоро увек између састојака земље има већих или мањих шупљика и пора, те јој је текстура у разне степенеу растресита, трошна, зрнаста. Обична добра орница има измеђ

својих састојака 40 до 50% простора. У хумусу овај међупростор може бити 78%. У обичним земљама варира од 20 до 60%.

Стварна тежина земље приближна је специфичној тежини њених састојака, варира дакле око 2,5 и 2,7. Али услед растреситости један кубни метар орнице није тежи од 1200 килограма, а у збијенијој подини до 1500 кг.

Запремина се смањује сушењем и то глине за 18%, хумуса 15%, креча 5%, а песак остаје непромењен.

Загревање на сунцу најјаче је код црних и мрких земаља, а најслабије код белих и пепељавих. Разлика може да буде чак до 8° С.

Боја земље зависи поглавито од једињења гвожђа (зеленкаста, жућкаста, црвена) и од хумуса (црна, црвена), а и од количине креча (бељушава, пепељаста).

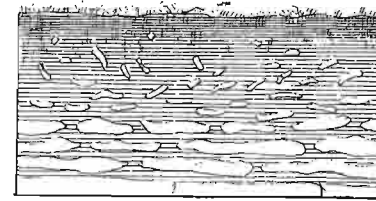
Лепљивост земље зависи од количине влаге у њој. Мокра је земља лепљива, сува није. Што су ситнији делићи земље то се она више лепи. Највише је лепљива влажна глина; за дрвени се плуг лепи више но за гвоздени.

Дебљина земље изнад слојева битевога камена веома је неједнака. Она зависи од врло много месних узрока, који се могу свести на снагу оних фактора, који земљу стварају, нагомилавају и одржавају. Има места на којима се ни мало земље није могло било створити, било одржати, док се на неким другим по десетине, па и стотине метара створило и одржало (на пример латерит, црвеница) или са стране нагомилало (лес, речни нанос).

У дебљим масама земље распознаје се неколико појасева. Највиши је онај из кога ниче трава и друго биље; то је непосредно тло утрина, ливада, њива и шума. Овај први део земље добио је разне називе, међ којима је реч рудина највише оправдана, због руде и друге јако загасите боје. У њој се могу разликовати два слоја: горњи, загаситији, са највише хумуса који се највише обрађује зове се орница (ораћница); а доњи слој, мање обојен, са много мање хумуса, у који биљни корени мање слазе, који се ретко кад плугом захвата, зове се живица или здравица (дивља земља).

Испод рудине је подина. Ова може бити од истих минералних материја као и рудина, али без онако јако црне или мрке боје, без хумуса (с тога је мртвица), или може бити више сродна са каменом станцем испод ње, од кога је, можда, непосредно постала цела земља што лежи изнад њега.

У рудини се довршује распадање састојака, а мање је и растворних делова но у подини; она је и више растресита. Рудина се каже танка



Слика 43.



Слика 44.

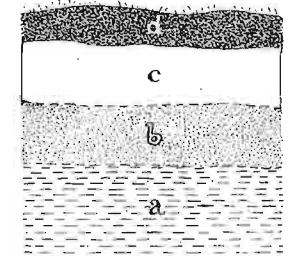
Слике ове представљају поступно претварање камените подине у земљу рудину. У првом случају подина је од хоризонталних, а у другоме од косо лежећих слојева; први се комадају у плоче све мање и мање, а други у ћошкасте каменце, такође све мање и мање што су ближе до површине тла. Распадање подине врши се под утицајем воде понорнице, ваздуха, а и биљака на рудини, (у сл. 43 траве, а у сл. 44-и шуме и траве), које утичу и механички-дробећи и хемиски-растварајући и промењујући подину.

кад је до 15 см. (танчица) средња од 30 до 60 сантиметра, а врло дубока од 1 м. (дебелица).

Подина је збијенија, али још пропушта жиле да у њу продру особито од дрвећа. У њој још има процеса распадања и разлагања њених минералних састојака. Боја јој је мрка и црвенкаста од излученога оксида и хидрата гвожђа. У њој се могу наћи делићи излучени из воде било понорнице било оне што се оздо у њу пење. Изгледа да биљне жиле највише воде сишу баш из овога слоја земље. Најнижи део подине често је исто што и спољни део камена станца, који је истом почео да се комада, расипа, раствара. То би онда био трећи или, бројећи оздо, први и најстарији кат земље.

Ова трочлана деоба земље распознаје се добро у влажним земљиштима. Обично пак јасно се одвајају само два слоја: рудина јаке боје и блеђа подина. А у северној Немачкој и Русији разликују се и четири члана. Ну и тамо баш у једној истој области има знатних локалних одступања од ове шеме.

Слике 43. 44. и 45. јесу профили неких типова тла. Прва два су врло честа и у нашим крајевима.



Слика 45. јесте обични профил једне земље у Северној Немачкој и Русији у којој се разликују четири слоја. Рудина, а, јесте од црнице, чије су хумусне киселине у следећем слоју в, раствориле и однеле не само алкалије и алкалне земље већ фероксиде, тако да је у њему остало при врху највише силиције у виду песка, пепељуше (руски подсол), а при дну, б, песковите и друге конкреције („ортштајн“) и гвожђевити пешчар; најнижи слој а, јесте од још непромењене земље.

Постанак земаља.

У стварању земаља могу се разликовати исте фазе као и при стварању седиментних маса у опште. Прва је фаза спремања градива, друга преноса, трећа згомилавања. За овима долазе разноврсне појаве у самим тим готовим земљама.

С према градива за земље врши се поглавито строшавањем и распадањем становних стена. То бива, као што нам је из раније познато, под утицајем физичких и хемиских сила и организама, чије смо дејство раније познали у претходним одељцима ове књиге. У сваком посебноме случају могу суделовати неколико разорача стена; али обично се познаје да је пресудна улога једне, било физичке, било хемиске силе.

И код физичкога распадања стена на површини познаје се утицај промена у температури, мрза и припеке и узајамнога трења комада у распадини. И хемиско припремање градива за земље зависи од истих околности и производи исте последице, које су наведене код излагања хемискога рада воде у земљи. То важи и за утицаје хумуса и организама.

И пренос трошине из које ће да постану земље бива или на суву сопственом тежином и ветром, или водама и ледом.

Нагомилавање трошине може да се изврши на месту где је ова и постала, то јест изнад становитог стења које се по горњој својој зони распада. — Такве земље које су остале на месту свога постанка зову се аутохтоне. — Алохтоне су земље чија је маса постала од становних стена на другоме месту, па је отуд донета. У оваквим земљама обично има градива посталога на разним местима, па на једном скупљенога и измешаног, тако да је у њему тешко разазнати од куда су и од каквих су првобитних стена. По једноме приближном рачуну ова наносна земља покрива 78% површине копна, а аутохтона земља само 22%.

Време које је потребно да се изврши физичка и хемиска припрема земље зависи од врло многих услова, а поглавито од климе. Извесни остеоњаци остали су вековима непромењени. Али сва данашња рудина у Европи геолошки је млада, то јест сва је створена и ствара се у садашњој геолошкој периоди. Дилувијалне воде и ледници разнели су сву рудину коју су на земљи затекли. Међутим, у дебелим слојевима леса у околини Београда има трагова фосилне рудине, по две и три, коју су сметови леса у кватерној периоди узастопно завејавали и уништавали.

Педолошке климазоне.

У новије доба, благодарећи руским геолозима (Докучајев, Галицин, Глинка) утврдило се, да је стварање земље у првоме реду зависно

од климе, мада има појединих области у којима су петрографске особине терена изразито условиле разлике у земљама над њима, као што је напред излагано.

Две су главне климазоне у погледу педолошком: влажна и сушна. У првој на земљу пада много више воде но што из ње испарава, а у другој би воде могло много више испарити но што на њу падне. У првоме случају, вода у земљи много више ради, раствара, испира, односи; а у другоме нагомилава се на месту и прерађује оно што се на земљи и у њој нађе. — У влажним земљама хумус је пун незасићених киселина, које дејствују на земљине састојке док их не сведу до простих, нерастворних, пластичних глина, у којима се хемиски процеси упрошћују и број једињења смањује. А у сувим земљама хумусне су киселине засићене, једињења умножена, соли нагомилане, кашто кристалисане. Земље ове нису пластичне већ ситно-зрне, не само чисто глинасте већ и фино-песковите; више су растресите, док су у влажним областима више збијене. Распадање организама у првој зони иде релативно споро; ствара се доста хумуса, тресетишта, цретишта; а у сувој зони трулење је брже. — Разлика и граница измеђ рудине и подине јасна је у влажним областима, а у сувим је прелаз једне у другу поступан.

Према томе који је главни процес при спремању градива за земље по климазонама, могу се установити ове групе:

А. механичким расипом стена постају у влажним регионима: 1) танке земље, грохотљика, у арктичним областима; 2) танке земље на осулинама високих планина; 3) земље под ледничким моренама;

а у сувим пустињама припека и ветар стварају разне, већином пескуше, (пешчаре), са више или мање глине жућкасте и црвенкасте.

В. поглавито хемиским процесима постају: 1) у влажним појасима: пепељуше („подзољ“), мркуше, црвенице, латерит. 2) у сувим су најважнији: неке „регур“ црнице, (у Индији) и лес. 3) Содне слане и сулфатне земље по издвојеним, омањим ареалима (око Црног Мора, у Америци, у Маџарској). 4) Степске земље међ којима су најважније црнице (чернозем).

Педолошке области Европе. I. Зона преимућствено влажне климе обухвата: северну, западну и средњу Европу и високе планине по њој. — II. преимућствено сува зона: Иберско Полуострво, Маџарска, Румунија и Јужна Русија коју од северне, влажне Русије раставља линија Кијев—Москва.

Физичко распадање доминира у високим планинама, у арктичним педелима и у појасу Тундре.

Земље произведене поглавито хемиским процесима јесу:

I. у влажним пределима: а) пепељуше (подзољ) у Ј. и Ј.З. Енглеској, Ирсској, зап. Француској, сев. и западној обали Шпаније. У се-

верној Европи, Западној Скандинавији, Сев. Русији, Зап. Германији. в) мркуше (Braunerde) су главне земље у Средњој Европи: то је већина Енглеске и Данске, скоро сва Француска и Немачка, Аустрија; има је у Угарској и Румунији по вишим местима. с) жуте земље и црвенице у земљама око Средземнога Мора, око Јадрана.

II. у релативно суве области долазе: Јужна Русија, даље Румунија, Маџарска, Моравска и Ческа и Иберско Полуострво.

Главне земље у овој области јесу: праве црнице, хумуше, типски „чернозем“.

Европу је Раман поделио на три главне клима-зоне према крајним резултатима распадања површине, то јест према врстама главних рудина по њима.

1. Јужна Европа, која обухвата све области око Средоземнога Мора, карактерисана је превлашћу земље црвенице, која се сматра као резултат поглавито хемискога распадања стена.

2. Средња Европа. У овој се стварају земље црнице у Русији, а у Аустрији, Немачкој, целој Француској „мркуше“

3. Северна Европа. У овој се стварају највише сиве и беле пепељуше.

Врсте орница. — У овоме прегледу педолошких области Европе представљена је једна класификација рудина по климазонама. Има и других класификација, које се оснивају на томе: кодико су и како су се распадине стена у разним климама променуле; јер је сада већ довољно познато, да је земља функција поглавито климе, да једна иста врста земље може у зони једне климе да постане од разних стена, и да од исте врсте стена могу да постану разне земље у разним климским појасима.

По досадашњим убеницима Агрономије обично се излаже оваква класификација земаља:

1. каменита земља: кршевита и шљунковита;
2. пескуша (пескуља): обична, иловаста, лапораста;
3. глинуша (гњилуша): блага, тешка, лапораста, гвожђевита;
4. иловача: блага, тешка или смољнача (смоница), лапораста, гњила, лес;
5. лапорњача: глинена, иловачна, песковита;
6. кречуша (кречуља, вапњача): глинена, иловачна, песковита;
7. хумуша: црница, тресетина, чрет, барњача.

Синцов је поделио земље у Русији на:

A. Зоналне, по појасима почев од латерита, преко сувих степа и полупустиња, чернозема, кроз шумњаче и пепељуше до тундра.

B. Интерзоналне, т. ј. оне које се могу наћи местимично по разним зонама: као што су тресетишта (цретишта, тињуше), „рендзине“ (кречно-хумусне) и слане.

C. Непотпуне, недовршене, и оне азоналне земље: кршевите земље од морена, од осулина, и живи песак, па и неки алувијони од песка.

Глинка указује прво на две категорије:

I. ендодинаморфне земље при чијем је стварању превладала минералозна природа становних, примарних агрегата;

II. ектодинаморфне, где превлађују спољни, климски утицаји.

Деобу земаља на зоне извео је према јачини квашења земље водом: 1. оптимално, најјаче квашење даје: латерит, црвенице, жуте земље;

2. средње квашење и јако испирање даје: „подсољ“;

3. средње квашење и слабо спирање: црнице и „регур“;

4. слабо, недовољно квашење: сиве степске земље;

5. претерано квашење: тундре, мочвари, содна блатишта;

6. претерано али привремено и повремено квашење у неким содним барњачама са сивим горњим слојем изнад „подсоља“.

Геолошка се зове класификација земаља по месту и начину постанка њихова градива, у коме се погледу разликују ове две групе које су напред већ наглашене:

I. елувијалне, аутохтоне, заоставштине, или праземље, где се распадина стена претворила у земљу на месту свога постанка од становних стена, изнад којих се често не види поступни прелаз од целцатог камена станца, преко комађа већег па све мањег грумења до ситно-глиненога праха у земљи;

II. колувијалне, наносне, сносне, наплављене, које је донео ветар (лес) или ледник (силт) или воде, у којима су се можда и депоновале: кумсача, мура, барњача, тињуша.

Физичка основа за деобу рудина, која води рачуна и од осталих особина земље разликује:

I. кршевите, шљунковите, које се зову још: шљунчаре, кременштавице, грохотљике, гротуше, пржине;

II. пескуше: кумсаче, пешчаре, сипуље, прљуше, прљаге, прљашине; ова се потоња три назива дају често и рудинама прве категорије;

III. прахуље, прашинасте (праховите) земље: лес (прапор) леднички муљ;

IV. иловаче, глинуше, црвенице (црвенке), риђуше са варијететима, мркуше, сивуше, пепељуше, модруше;

V. кречуше, (кречуље), сиговача, клута, лапорњача, белуша;

VI. црнице (црнуше): смонице, гајначе, шумњаче, бухавице.

У свакој од ових група има неколико варијетета различних по размери битних састојака и по неким споредним особинама.

Као средња земља, потпуна, или просечна сматра се смеша од 60—70% разног песка, 10—20% кречног праха, 10—12% глине и 5—10% хумуса.

Земљорадници су од вајкада разликовали земље: лаке и тешке, каљаве, влажне и суве, масне и посне, мртве, трошне и јаке, а у првом реду родне и неродне (прљуса, прљага, прљажина, прљужак, мртва земља, пљаштака, пљаштачина, пљаковина, хума, хумава земља, пржина).

А по стрмнини која на којој земљи најбоље успева називају се: житара или пшенична земља, јечмене земље, ражане земље. Прве су већином глинуше, друге иловаче, треће пескуше.

Земље у Србији. У нашој Домовини земље нису довољно проучене да би се могли овде изложити њихови прецизно одређени типови и варијетети и указати на њихове међусобне односе, а и на генетске везе са геолошким формацијама. Од свију геолошких формација најмање је позната баш ова, што се и сада непрестано гради, премешта и дограђује и која је за живот народа најпотребнија. Израђен је релативно врло мали број механичких и физичких анализа земаља. Нешто више има регионалних описа са чисто земљорадничкога гледишта, са одредбама и груписањем на основу народнога искуства. — Један корак у напред представља би одредбе и груписања на основу Топографске Геологије. Са тога гледишта могле би се зар разликовати ове главне групе земаља: 1) на савременим алувијонима; 2) на дилувијонима; 3) на терцијерним теренима; 4) на кречњацима из мезозојских периода; 5) на вулканским стенама; 6) на старијим кристаластим стенама. Наравно да се ту неће моћи поставити оштре границе, већ да ће се исти тип рудине понављати на разним подлогама. — С. Лозанић је привремено усвојио ову деобу; 1. земље исконских полисиликата; 2) земље вулканских полисиликата; 3) земље једрих кречњака (из Креде и Тријаса); 4) земље терцијерних кречњака 5) земље снете у речне сливове.

Особине категорије земаља, које се над другима истичу и својом превлашћу карактеришу у неколико извесне регионе јесу: 1) црвенице, карактеристичне за области Краса; 2) црнице, распрострањене нарочито по нижем земљишту у области Саве и Дунава; 3) рудине леса у истим областима; 4) содне земље у Бачкој.

Варијетети и деривати прва три рода (риђуше, гајњаче, белуше, прахуше, пепељуше и т. д.) веома су компликовани и често се наизменично у једној истој области понављају.

Стебут је почео 1922. године систематско, научно изучавање рудине у Шумадији и своје прве претходне резултате објавио 1923. године. Он почиње поставком да је климатона Србије

на сутоку клима: суве од Источне Европе, умерено влажне у Централној Европи, и кишом богате Средземне климе. Прелази производа кашто су врло брзи.

Врачар је покривен степском рудином, а на Топчидерском Брду већ је деградирани „чернозем“, који се шири много на С. у Војводину а смањује ка Ј. Шумадија је застрвена рудином измешаном, толико прерађеном да јој је тешко одредити порекло. Можда је она заоставштина из некадашњих, терцијерних језера, која су се завршила барама, ритовима, мочарима и у којима се створила најобичнија земља у Шумадији: смоница. Деградацијом смонице постале би гајњаче, па „подзоли“ (пепељуше). — Сем тих земаља има и мање распрострањених типова који су представљени на овоме Стебутовом прегледу земаља у Шумадији као „интразоналне и примарне земље“:

1. земље развијене на реликтној, барској формацији.

1) обичне смонице-црнице; 2) гајњаче; 3) „беле земље“, пепељуше (подзољ).

II. интразоналне и примарне земље.

4) сивгача („рендзине“ у Бањи код Аранђеловца); 5) кумсаче (земље алувијалних и дилувијалних наноса); 6) скелетне земље на шкриљцима и серпентинима; 7) још неразвијене земље на кречним стенама.

Врло је вероватно да ће се ове одредбе и деобе допунити и изменити даљим проматрањима на терену и анализама физичких и хемиских састојака појединих типова земаља.

Српска Педологија, која је истом у повоју, има да изради генезу и научну класификацију наших земаља, да утврди њихову номенклатуру на основу многобројних назива који се употребљују у народном говору. Она треба да изложи и промене које се у земљишту дешавају и које су већ прилично осетне за памтивека овога поколења. Јер ако један хектар орнице у току више векова не мења своју геометриску величину, он стално замењује своје састојке: син не оре и не копа на наслеђеној њиви све исте делиће земље, које је његов отац превртао, а још мање оне који су били у дединој крчевини.

КРИСТАЛАСТИ ШКРИЉЦИ.

Начин постанка кристаластих шкриљаца довољно је различан од постанка седиментних и еруптивних стена, да се они могу поред ових ставити у засебну, трећу групу стена.

Кристаласти су шкриљци потпуно кристалисани агрегати силикатних минерала шкриљасте стриктуре. По тој шкриљавости они личе на седиментне стене које су слојевите, али се од њих разликују минералним састојцима. По минералном саставу подударују се са еруптивним стенама, али се од ових разликују својом шкриљастом струк-

туром. Од ових се разликују још и тиме: што им минерали скоро никада немају правилних спољних кристалних облика, нити нараштајних зона, нити почетних облика кристализације, нити јасне разлике у реду њихове кристализације, као што је то приметно у еруптивним стенама.

Битни састојци кристаластих шкриљаца јесу исти као и у еруптивним стенама; али су више стални но у овима, можда за то што су се мање стални променили приликом процеса у којима су се кристаласти шкриљци стварали. Главни су и овде: фелдстатит, кварц, лискун, амфибол, пироксен, оливин. — У њима фале: тридимит, анортотлас, содалит, хајин, нозеан и други неки минерали којих има у вулканским стенама. Нема ни стакластог остатка од магме, који је по овима доста распрострањен; ако га је кадгод било, он се девитрификовао при метаморфисању стена. Нема састојака органогених стена, ни соли.

Доста су распрострањени и прилично карактеристични: серицит и зоизит, епидот и гранит (који изузетно од осталих састојака могу имати и правилне кристалне контуре), актинот и уралит, глаукофан и нефрит, антофилит, хлорит, стауролит, дистен, силиманит, кордијерит, серпентин, талк. Али ови минерали нису првобитни састојци еруптивних стена.

Структура је у овим стенама у првоме реду шкриљаста; састојци су већином поређани паралелно, те се у том правцу стене лако крижају. Виђају се варијетети структуре: љуспасти, влакнасти, тракасти, сочивасти, порфириоидне и т. д. а у већини агрегата назначена је и њихова катакластична природа.

Распрострањење кристаластих шкриљаца јесте свеопште, то јест њих има свуда и то на дну свију других, седиментних и еруптивних терена, чије распрострањење изгледа спрам њиховог више-мање локално. Они, дакле, чине основу свима формацијама, па је природно што су сматрани за представнике првобитне коре земљине. То свеопште распрострањење (убиквитет) кристаластих шкриљаца у подини свију других терена јесте њихова битна особина.

Али они нису ограничени само на тај најнижи, најстарији, азојски део земљине коре, већ их има, али локално, и у вишим хоризонтима, палеозојским и мезозојским, што доказују и фосили нађени, у неким кристаластим шкриљцима силурским, девонским, карбонским, јурским. Само у највишој, тако рећи периферичној зони те коре није било услова за стварање кристаластих шкриљаца.

Постанак кристаластих шкриљаца ни данас још није потпуно растумачен. Постављено је неколико теорија и хипотеза којима се тумачи тај постанак.

Стара је врло хипотеза, да кристаласти шкриљци преставаљају првобитну кору која се око усијане земљине коре скристалисала. То је хипотеза и сконскога стварања кристаластих шкриљаца. Али, како има разлога претпоставити, да се при свеопштем промењивању целокупнога градива земље тешко могла одржати непромењена ни та примитивна кора, то се данас мисли да ни кристаласти шкриљци нису један једноставни њен члан, и да она није доступна нашем проматрању. Али и сада има изврских стручњака, који налазе разлога, да најдубље катове гнајса сматрају као примордијалну кору земље.

Исконскога порекла били би кристаласти шкриљци и по теорији непуниста. Вернер и његове прве присталице Де Лик, Сосир, Дела Метри и други сматрали су их за директне хемиске талог (преципитате) у исконском мору, у чијој су врелој води биле растворене све минералне материје тих стена. У овакав постанак кристаластих шкриљаца нико више не верује.

Хидрохемиске реакције у земљи могле би, по мишљењу Бишофа, у извесним приликама тако да се изведу да њени резултати буду минерални агрегати онакви какви су у кристаластим шкриљцима. То би била кедра да изврши сама инфилтрациона вода са минералним растворима. Као што је атмосферска вода која понире у земљу главни фактор хидрохемиских процеса, распадања стена, растварања и претварања њихових минералних састојака, тако би она, по овоме мишљењу, могла да у стенама, које прожима, изврши прекристалисавање, преминарисување, дехидратисување и т. д. уопште толике промене да се на крају дође и до кристаластих шкриљаца. Ова хипотеза катогених метаморфоза није основана ни на каквом проматрању, нема никакве вероватноће, па се није ни могла одржати.

Метаморфизам у опште јесте геолошки процес, коме се по опште усвојеном мишљењу приписује постанак кристаластих шкриљаца. Те су стене, мисли се постале метаморфозама других стена. Постале су под утицајем многих геолошких фактора, чије је замишљено разно комбиновање дало повода и основа разним хипотезама.

Плутониста Хутон први је истакао мисао, да су кристаласти шкриљци постали од првобитних кластичних и других седимената; ови су се, под великим дубинским притиском а нарочито под утицајем унутарње подземне топлоте, стопили и скристалисали, метаморфисали. Непрестаним наслањањем кора постаје све дебља; њени најнижи слојеви ступају у регионе велике топлоте, услед које се у њима врши кристализација.

Ова хипотеза плутонскога метаморфизма (аногених метаморфоза) постала је вероватнијом када је Ами Буе (1822 г.) разложио да су, уз притисак и топлоту, у метаморфисању садимената морали суделовати водена пара и гасови, који се у дубинама налазе. Лајел (1833) претпоставио је још и електричне и друге утицаје и учврстио поставку: да су суделовањем свију тих фактора нормални седименти прешли у пластично стање повољно за нов размештај градива, за постанак нових састојака и нове структуре. Те нове агрегате Лајел је први назвао метаморфне стене; а како су они распрострањени по огромним областима, то за разлику од локалних метаморфоза, ова је теорија названа регионални метаморфизам.

Хипотеза инјекционог метаморфизма у складу је са претходном; она је управо њено проширење и ближе опредељење. Проширена је тако да и еруптивне стене могу, као и седиментне, да се метаморфишу у кристаласте шкриљце, када их прожимљу еруптивне материје: гасне еманације и минерализатори са воденом паром а и раствори силиције и магнезије и када се то дешава у великим дубинама, као што су геосинклинале и друге. Ово су тумачење разрађивали. Ами Буе, Ели де Бомон, Дироше и Добре; стога је, ваљда, оно и данас усвојено највише код француских геолога. Дироше је замишљао да би се појавима контактнoг-метаморфизма могао да објасни постанак кристалстих шкриљаца.

Динамометаморфно порекло кристалстих шкриљаца заступају поглавито немачки аутори. — Лосен је први (1867. г.) постанак шкриљаца на Таунусу и Харцу тумачио дислокацијама у кори: орогени притисак, било сам за се, на сувом путу, било суделовањем воде, може да изазове кристалисање седиментних стена. — Розенбуш је (1898) ову теорију подробно разрадио са гледишта петрографскога, а Балцер, Хајим и многи други оверавали су је на теренима кристалстих шкриљаца у Алпима и другим веначним планинама. У старим и млађим наборним планинама, услед јаког набирања, јављао се јак, особито врло јак бочни потисак (стрес), коме се поглавито приписије прекристалисавање и преминералисање састојака. Ови су процеси нарочито велики у седиментним стенама, али их мора бити и у еруптивним. Фактори тих процеса јесу прво орогени потисак, па повећана топлота и разна растворна средства, међ којима је вода понајважније. Топлота се може повећати услед притиска. Сам притисак, без других фактора кадар је да састојке еруптивних стена збија, дроби, помера, развлачи, хоризонтира; а тиме олакшава рад других трансформатора. Резултат тих орогених појава јесу кристалсти шкриљци.

Хипотеза зона динамометаморфизма. (Грубенман). Фактори динамометаморфоза неједнако су распоређени по разним дубинама; према томе морају бити различни и њихови резултати. На разним се дубинама стварају разни минерали и стене. Грубенман је разликовао три динамометаморфне зоне испод оне периферичне зоне у којој се под обичним притиском и на слабој температури не могу да стварају кристалсти шкриљци.

1) У горњој зони топлота је још доста слаба, хидростатни притисак безначајан, а бочни потисак већ осетан, те је осетна и механичка метаморфоза стена, а хемиска ништавна.

Сарадња свију фактора је таква, да се из примордијалних стена граде филити, који су карактеристични за горњи део терена кристалстих стена. Ново створени минерали који добро обележавају нове стене јесу: серицит, хлорит и талк (отуда хлоритошист и талкшист). албит, хорнбленда, епидот и т.д. Има минерала са водом.

2) У средњој зони бочни притисак и топлота довољно су јаки да изазову прекристалисавање састојака и потпуну кристализациону шкриљавост. Хемиске су акције приличне. Главни новостворени минерали јесу мусковит, биотит, олигоклас, епидот, хорнбленда, стауролит, дистен и т.д. Минерали су без воде. Главни шкриљци: гнајсолики агрегати са амфиболом, стауролитом, гранатом и т.д., и већина кристалстих шкриљаца са лискуном, амфиболом и глаукофаном.

3) У доњој су зони највеће хемиске реакције, највећи притисак и највећа температура; али је пресудан рад и утицај топлоте. Карактеристични су минерали: ортоклас, плагиокласи, биотит, аугит, оливин, гранат, кордијерит, силиманит. А најглавније су стене: типски гнајс са биотитом, или са аугитом или силиманитом, лептинити, еклогити, перидотити.

Пример: један глинен седимент у горњој зони динамометаморфоза претвориће се у кристалсти филит; у средњој ће овај прећи у микашист, који ће, ако пређе у доњу зону, претворити се у гнајс. Примери за ово нађени су у гнајсима Алпа, Шварцвалда, Скандинавије, Канаде. — Интересан је и факт да се у горњој зони стварају мермери ситнозрни, у средњој средњезрни, а у доњој крупнозрни.

Хипотеза пијецокристалзације. (Вајншенк). Ова реч означаје кристалисање неке магме у дубини под врло великим притиском, који, по мишљењу Вајншенка, не мора долазити од покрета у земљиној кори, али који ипак изазива појаве сличне појавама услед динамометаморфизма. По овој хипотези, гнајси у Централним Алпима који су тамо удружени са зрнстим гранитима, били би исто као и гранити производи кристалзације под великим

напоном и притиском услед кога су се лиске биотита паралелно поврстале, кристали фелдспата поломљени, а и кварц прилично деформисан, које појаве већина геолога сматра за секундарне, то јест динамометаморфозне. Притисак би овде долазио од озго лежећих слојева. Под њима се лиснати минерали врстају упоредо, плочштинице, по притиснутој површини; тако постаје кристализациона шкриљавост која је примордијална, а не секундарна као што је шкриљаста структура у метаморфним шкриљцима, у гнајсу и микашисту који су постали из глинаца.

Да би овах гипотеза била задовољавајућа требала би да се бар у једној истој планиској системи може доследно применити. Међутим, баш у Алпима, на које се наслања, има, по Термију, кристаластих шкриљаца у трима серијама терена: у прекарбонскоме, у пермокарбонскоме па и у мезозојско-кенозојским, — што чека на друго које вероватније тумачење.

Садашње стање питања шистогенезе могло би се овако резумисати. Судећи по минералошком и хемискоме саставу, а и по структури, кристаласти шкриљци нису једна хомогена формација, већ их има с пореклом од седиментарних и од еруптивних стена. При метаморфисању ових стена у кристаласте шкриљце суделовали су ови фактори: велики притисак, било статичан било динамичан, — велика температура, било исконска земљина, било повећана услед притиска, трења и покрета, — течни и парни гасни минерализатори. — Ова три фактора могу се наћи у разним срединама, али најактивнији могу бити у великим дубинама као што су геосинаклинале у којима су нагомилане масе садашњих планинских система, па је вероватно да су у њима постајали и кристаласти шкриљци. — Ове стене нису створене само у једној најстаријој, геолошкој периоди, већ их има у теренима из разних периода. Прастене из исконске коре земљине нису познате, те се не може насигурно тврдити да су оне представљене најдубљим катовима гнајса. У неким серијама кристаластих шкриљаца (Норвешка, Урал), нађени су фосили, који доказују да су они постали од седимената из сулурске, девонске, карбонске, јурске периоде. Међу слојевима кристаластих шкриљаца има слојева кречњака, конгломерата (у Скандинавији, Саксонској, Западним Алпима), често пешчара и глинаца; дакле њихове серије нису све и потпуно кристаласте. — Кристалност ових шкриљаца расте почев од горњега дела њихове серије, где су удружени са чисто седиментарним стенама, па до дна серије, где имају често гранитоидни изглед. На дну су основни гнајси, над овима их превлађују микашисти, а у горњем су делу хлоритошист, талкшист, филити. У врло пространим областима кристаластих шкриљаца има их кадшто разне старости и разнога порекла: од еруптивних стена, од контактних метаморфоза и од динамометаморфоза.

Теорија динамометаморфнога порекла кристаластих шкриљаца, коју сада усваја већина петролога и геолога, јер је петрографски врло добро разрађена, није без замерке, особито када тврди потпуну једнакост материје у првобитној и метаморфној стени, и када оспорава могућност и вероватност приносака путем убризгавања еруптивних, пнеуматолитских, и у опште минерализаторских материја. Ако би се сложила са хипотезом инјекција, ова би теорија добила једну велику вероватноћу више.

У Скандинавији има шкриљаца који су метаморфозама претворени у граните.

Деоба кристаластих шкриљаца изведена је најправилније по минералошком, односно хемиском, саставу њиховоме, дакле у опште као и деоба еруптивних стена. Прилично се добро групишу у ова три племена: гнајси, микашисти и филити, које су три групе и у геолошком погледу довољно оправдане, јер баш тим редом, превлађују у доњем, средњем и горњем члану најстаријега терена на Земљи.

Гнајса има највише од свију кристаластих шкриљаца. На неким се познаје да су постали променом структуре гранита, сијенита, диорита и т. д., а на другима, да су то потпуне метаморфозе седиментарних стена. Први се минералошки и хемиски врло мало разликују од својих еруптивних еквивалената, а код других су те разлике доста велике, већ и тиме што се у њима могу садржати примесе органскога порекла: угљ, графит. За гнајс, чији је хемиски састав као у гранита, мисли се, да је права дубинска, плутонска стена (гнајсни гранит). Паралелни размештај његових састојака био би последица притиска, коме је маса била изложена у тастастоме или очврслостоме стању, а не да је каква слојевитост. — Гнајсе, који су постали од еруптивних стена Розенбуш је назвао ортогнајси, а оне од седимента парагнајси.

Врсте ортогнајса обележавају се именом карактеристичнога им минерала, а то су: ортоклас или плагиоклас, биотит, мусковит, серицит, силиманит, епидот, гранат, турмалин, кордијерит, хлорит. Врсте седиментарног порекла називљу се: пелитни, псамитни, аркозни гнајс ит. д. према томе да ли су произашли из глиновитог, песковитог или аркознога градива.

По структури гнајси могу бити: лиснати, влакнасти, тракасти, зрнасти или гранитоидни, сочивасти или окцасти, конгломератни и т. д.

Лептинити одговарају гранулитима, од којих су можда и постали. Појављују се уметнути измеђ слојева гнајса.

Микашисти се разликују од гнајсова тиме: што се не види њихова генетска веза са каквом еруптивном масом, мањ сасвим изузетно

са неком њиховом распадином, и што имају потпуну шистозност, док је гнајс много слабије шкриљав, и чешће крупнозрн. Битни састојак ових стена, лискун, могао је да постане на разне начине, који су у неким случајима докучени, а у другима не. То вреди и за друге главне састојке шкриљаца ове групе. Веза микашиста са седиментима често је тако присна и очевидна, да је превладало мишљење, да су они постали метаморфозом глинаца и аргилошиста.

Хлоритошисти и талкшисти (серицитишисти) постали су при оним метаморфозама при којима се стварало највише хлорита и серицита. Они су најобилнији у вишим хоризонтима терена кристаластих шкриљаца. У Алпима има талкшиста за који се мисли да је постао под утицајем магнезијских раствора, што потичу из дубина где су серпентини и серпентински и дијабазни туфови. И код Врњаца близу минералних извора има талкних и серицитних шкриљаца у блиским односима са серпентинима и туфовима.

Филити стоје најближе седиментним стенама, понајближе глиницама, глинама, муљу, из којих могу и да постану. Велику и разноврсну улогу овде су имале хемиске акције; оне су произвеле знатан број споредних минерала из групе алумосиликата и друге. Познати су варијетети филита са кварцом, гранатом, магнетитом, хематитом, пиритом, стауролитом, андалузитом, чијастолитом, фелдспатом, хлоритоидом, отрелитом, серицитом.

На контакту са еруптивним масама филити су се претворили у корнубијаните, спилозите, десмозите, адиноле и т. д.

Сем ових главних група кристаластих шкриљаца у њиховим теренима има и других типова, који с њима стоје у генетској вези, али имају другачији минералшки, па дакле и хемиски састав. Интересно је, да се и од ових типова налазе диференцирани представници у трима заустопним зонама, као и претходна три племена шкриљаца.

Амфиболити, еклогити и глаукофанити разликују се од гнајса што немају кварца ни ортокласа. У првима су главни састојци амфибол и плагиоклас, а у другима омфацит и гранат. Амфиболи у првим стенама могу варирати: хорнбленда, актинот, нефрит (тремолит), а уз њих се могу наћи гранат, зоизит, скаполит. Прва два рода стена могла су постати метаморфозом диоритних и габроидних стена. — Глаукофанити су постали из дијабаза. Налазе се у трећем кату кристаластих шкриљаца; еклогити у средњем, а амфиболити у доњем.

Феромагнезиски шкриљци постали су понајвише од перидотита. Ту спадају шкриљаста агрегата оливина, аугита, серпентина.

Ту су: **пироксенолит, малаколитит, омфацитит, гранатит, епидозитит** и неки **серпентини**.

Калцишист, мермер, циполин, офикалцит и неки **кварцити** имају места у серији кристаластих шкриљаца, кад су метаморфоза вапнаца, доломита, пешчара.

Магнетитит, хематитит, корундитит такође су локални чланови кристаластог терена. О корундитима се мисли да су производ пнеуматолитских утицаја.

Распадање кристаластих шкриљаца слично је распадању гранитоидних стена; али иде брже, јер шкриљавост олакшава приступ разорним утицајима. У колико је тања шкриљавост у толико се брже распадају. На положитим слојевима шкриљаца ствара се прилично добре земље; а на окомитим слојевима има мало земље, и то већином јалове, особито ако је у њој много кварца и лискуна. Од гнајса постаје шљунковита глина, обично посна; дебља но од гранита, а у врло повољној клими постаје земља врло дубока и прилично родна. — Од микашиста постају земље различне према његовоме саставу; скоро све су без креча, јер у правом микашисту нема фелдспата. Ако у њему превлађује бели лискун, онда се често брзо гради родна песковита глинуша; ако ли је кварц надмоћан распадање иде споро, а земља је неродна сипуља. Али по негде од микашиста је постала прилична земља, боља но од гранита и гнајса. — Од хлоритошиста постаје шљунковита глинуша, по мало родна. — Амфиболски шкриљац распадањем се претвара у црвену, глинену масу. — Филити су разнога састава, па се неједнако и распадају; њихове су земље пуне ћошкастих каменчића (кремештавице). — Већином су тешке и хладне, оскудне у кречу, али ипак доста добре.

ДЕО ТРЕЋИ

ПОСТАНАК ПЛАНИНА

— ОРОГЕНИЈА —

Задатак Орогеније. Потпуна наука о планинама имала би да се бави: о њиховим спољним облицима и унутарњој грађи, о њиховом постанку, трајању и нестајању, о њиховој деоби и распрострањењу, како садашњем тако и у минулим геолошким временима. Поједини делови тако потпунога програма улазе у разне одсеке Географије (Орографија) и Геологије (Геодинамика, Геотектоника, Орогенија, Стратиграфија), дакле понајвише у Општу Геологију. Стога ће се у овоме одељку наше науке изложити начин постанка планина и њихова архитектура у опште. А историја постанка сваке веће планинске системе тако је компликована историјом појединих геолошких периода у њима представљеним, да се она може добро разумети тек пошто се проучи Историска Геологија. Поједине планине овде ће се наводити примера ради, а на крају из њихове историје само кратки наговештаји.

Називи брдских делова. Под брегом се обично разуме свако узвишење на Земљи изнад равнице; а разним именима (хум, брдо, гора, планина и т. д.) означају се разне висине и друге особине тих узвишења. Висина се обично рачуна или од површине Океана или од подножја брега. Подножје брегова може бити од предгорја омеђено јасном линијом, нарочито кад им је крај као прекинут. Та је линија недовољно одређена: када је обложена брдским осулинама, када до подножја има избрежака, који су поступно смањени и уравњени, када је предгорје таласаво и неравно па крај брда изгледа да је поступно утонуо у предгорје. Врхови брегова увек су очевидни, било да су то просте и кратке линије, што је редак случај, било да су од разне руке моделисани, према чему добијају разне називе: глава, главица, оглавак, глама, облик, чот, кик, чука, хрид, зуб, зубац, остроzub, нос и т. д. Падине, то јест стране брегова измеђ врха и подножја, било да су стрме било благо нагнуте, такође су разновидне; ретко су једноставне, обично неједнаке, изривене, ижљебљене, улубљене, набубрене и т. д. — Лик бре-

гова не зависи само од њихова рељефа, већ и од тога да ли су покривени снегом и ледом, суватима, сенокосом, шумом или зиратном рудином — што све зависи највише од климе. — Протегнуто овршје брегова, када је каменито и узано зове се гребен; а када је више-мање заобљено и као каква плећата грбина зове се било. Велики планински венци („вериге“) имају повише цобиља, гребени, грбина, повијараца, космаја из којих се издвајају мање гране и огранци: косе, косањице, космајци, дџелови, ртови, и кулисе.

У великој планинској системи венци, и велики и мали; сплићу се, расплићу, смењују, рачвају, састављају, верижају, стичу, сукобљавају — како се то већ и у народном говору често чује. Поједини делови неких планина могу бити поврстани један за другим њеним главним правцем (линеарно), што се често виђа на низовима вулканских брегова; или иду упоредно са тим правцем (паралелно), као што су на пример поједини венци у планини Јури. У овим односима правца делова планине спрам њенога главног правца могу бити још ова четири случаја: они стоје попречке, перасто, као у Пиренејима; дијагонално, као у јужном Уралу; радијално, као група Ецтала у Источним Алпима или неправилно, као у Тиролским Алпима и у неким групама вулкана.

Слеме веначних брегова може се протезати право или се повијати и градити више лукова. На сваком подужем слемени има угиба, који се према својој дубини и ширини називају: превоја, повија, преседлина, приседао, преслап, превала, превалац, пресека. — Од ових се обично низ обе наспрамне падине започињу долине, које се такође разликују по дубини и ширини, и називају: струга, клисура, дервен, сутеска, дубодolina, валуга и т. д. Главне долине полазе обично од главног слемени, пролазе кроз целу планинску масу, па излазе у њено предгорје. Има долина које су без тога излаза, као неке у брдскоме масиву затворене увале, као корита, котлине, „поља“. — Долине и увале могу бити не само међ брдима, већ и у подгорини, по низијама и по висоравнима. — Долине се пружају или упоредо са правцем горских венаца (уздужне д.) или их попречке просецају (попречне д.). На бреговима који су постали набирањем или раседањем земљине коре географски правци долине могу се подударати или неподударати са правцима набирања и раседања; тада се долине називају уздужне или попречне према односу спрам главних тектонских линија у бреговима.

Висоравни се разликују од обичних брегова што немају истакнутих главних врхова и слемени, већ им је горња површина мање-више заравњена, а брежуљци на њима — ако их има — прилично су изједначени. Има височина које се распростиру преко великих области, а немају избрежака, мањ ако текуће воде нису у њима ужљебиле долине, чије стране тада изгледају, као да су

падине брегова. Горња површина височина или је једномана или може бити подељена на више ступњева.

Ово неколико географских појмова наведено је овде ради знања смисла оних израза који се у Орогенији морају употребљавати.

Карактеристике брегова нису само њихове спољне, морфолошке особине, већ је бреговима битна особина у њиховој унутарњој грађи. Колико је то тачно види се и по томе, што геолог говори о брдској структури неких предела, где за географа никаквих брегова нема. Има предела у којима су за време ранијих геолошких периода били брегови велики као Алпи, па су разорени, разнети, зарубљени или и до равне површине земљине збрисани. Да су ту били брегови (афани брегови) познаје се што су под тим равницама слојеви поремећени из свога првашњега положаја и постављени онако као што су у бреговима. На Уралу је источна половина дубоко сатрвена, те су се преко заравњене површине изданака појединих терена, који се пружају далеко под равницом Сибира, после тога изатирања узвишица, хоризонтално наслагали млађи слојеви Терцијера. Геолошки, дакле, планина Уралу припада и његово источно разривено па доцније препокривено постоље. — Бивало је да су се поједини делови средисаних или утонулих планина доцније опет донекле узвисили, па можда на ново и набрали, дакле повратили се опет у облик брда и у морфолошко-географскоме смислу.

Има и другчијих случајева неподударности геолошких и географских наименовања. Бива, на пример, да на једној планини неки делови, који морфолошки улазе у њено тело, геолошки су састављени као и њено предгорје; а дешава се и обратно, да нешто што морфолошки изгледа као предгорје, геолошки припада планини. Тако у области Шварцвалда брдо Шенберг, јужно од Фрајберга, по положају и висини припада Шварцвалду, али се од њега геолошки разликује; а брдо Маурах, северно од Фрајберга, геолошки припада Шварцвалду иако му је у предгорју.

За карактеристику брегова важна је природа стена од којих су саграђени. Има брегова који су само од седиментних стена (Стол, венци Јуре у Швајцарској) или само од вулканских стена (Везув, неке „тилве“ у Црној Реци) или само од кристаластих шкриљаца (Вршачке Куле). То су потпуно хомогена брда, просте грађе. — Већина је планина саграђена од две па и од све три групе стена, седиментних, еруптивних и метаморфних. Па и проста брда испод свога постоља имају темеље од другчијих стена: испод чисто вулканскога брега подлога је од седиментна или кристаластих шкриљаца; испод простих

седиментних брегова у дубини су увек кристаласти шкриљци или старе гранитоидне масе. Кад се, дакле, говори о простој или сложеној грађи брегова има се на уму само њихов изнад базе узвишени део.

Седиментне стене у бреговима постале су, наравно, пре но брегови у којима су. А еруптивне стене могу се у њима тројако понашати. Или је читаво брдо постало већ самим тим што су оне избиле и нагомилале се; то је право „вулканско брдо“ (б. Албано код Рима). Или је еруптивна маса избиле у исто време када се брдо издизало, изазвана управо тим процесом; на пример, гранити карбонскога доба дошли су када су се издизали брегови тога доба; масе серпентина дошле су при набирању Алпа. Или су се, најзад, еруптивне масе раније закамениле, па се при стварању брегова понашају пасивно, као гранитни масив Мон-Блана при постанку Алпа.

Деоба планина може се извести на разне начине, било да се за главну карактеристику узимљу географске, било геолошке особине, Географски, брегови се разликују и деле: по њиховим облицима, по висинама, по положају спрам околине, по биљном животу на њима,

Геолошки, брегови се најбоље разликују и деле: по начину њихова постанка, по ономе, дакле, што је у овоме одељку Опште Геологије најбитније.

Брегови постају радом ендегених т. ј. унутарњих земљиних сила или радом егзогених т. ј. спољашњих сила.

Прва група обухвата резултате разних вулканских и тектонских процеса, а друга резултате разних процеса ерозије на површини земље.

Ендегене силе подижу узвишења на земљи, а процеси распадања, риљања, разношења и сталожавања трошина по нижим местима смањују та узвишења и моделишу их. Ови, дакле, раде на супрот првима, тако да би цело узвишење разорили и разом поравнили, када би врло дуго без сметње радили.

До сада је предложено неколико класификација брегова по начину постанка; а ова је једна од најприроднијих.

I. Вулкански брегови.

II. Тектонски брегови.

1. наборни брегови.

2. раседни брегови,

III. Ерозиони брегови.

Хомеогени (или хомеоморфни) зову се они брегови, који су постали само једним геолошким процесом, на пример само набирањем. Таква брда постоје, али у врло малим размерама. Већина је брегова **хетерогена** (или хетероморфна), то јест на њима су сарађивала бар два фактора, на пример и набирање и раседање.

У свакој од главних група могу се разликовати по два и више подразделака; а према томе, колики се класификаторски значај даје овој или оној орогеној особини, предложене су неке модификације у главној раздеоци брегова. Ну све је то за сада од малог значаја за општу Орогенију. Оправдано је, на пример, када се у групи наборних брегова издвоје они, у којима тако зване навлаке и покрови имају највећу улогу (Алпи, Карпати), и они чије је главно обележје, што су ерозијом зарубљени до површи трупина и масива. Мање је, пак, оправдано, када се генетске групе разуђују по мање важним географским особинама висине, обима, веће или мање денудације.

I. ВУЛКАНСКИ БРЕГОВИ.

Разлике измеђ вулканских и невулканских брегова.

Вулкански се брегови разликују од невулканских: и природом својих стена, и својим кројем, и начином свога постанка.

Стене ових брегова јесу еруптивне, то јест њихово градиво изишло је из дубине на површину земље. Изишло је из отвора, који су као неки канали, као пукотине, у кори земљиној. Оно излази или у виду усијане течне лаве или у виду каменица, песка, пепела када се лава услед експлозије гасова у њој разбије и уситни. — Обе ове врсте градива могу, или свака за се или удружене, градити вулканске брегове, који обично имају купасте врх и облик.

Карактеристично је за вулкански брег то, што се његово градиво јавља у исто доба када и оно само, док је код других брегова градиво раније зготовљено у виду слојева, првобитно хоризонталних. И карактеристични купасте облик и врх вулканскога брега постају у исто доба, док се на другим врстама брегова облици формирају доцнијим утицајима. Наравно да познији спољни утицаји и на вулканским бреговима промењују, деформишу, онај првобитни им облик.

Важна је разлика измеђ вулканских и других брегова и то, што они могу да постану врло брзо. На очиглед, за једну ноћ, године 1538. постао је брег Монте Нуово код Неапоља. У 18-ом веку, за једну ноћ постао је у сред једне равнице вулкан Јоруло у Мексици. На очиглед су у неким вулканским областима постала повелика купаста брда, а тако исто и вулканска острва у морима.

А за постанак наборних планина требала су огромна времена; да се прво спреми градиво седиментних стена; да се то градиво пренесе на место где ће се сталожити, па скаменити у слојеве; да се слојеви савију у боре, збију и узвисе; да се на узвишицама издвоје

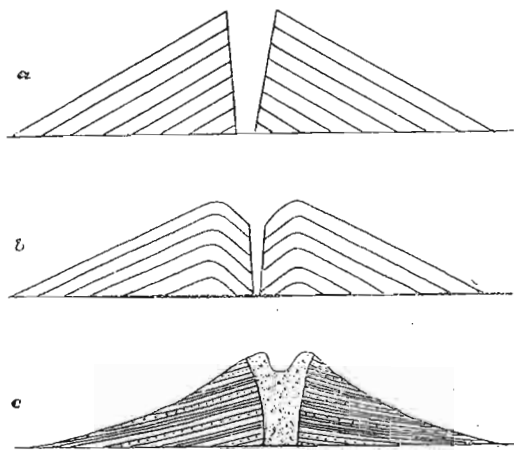
врхови, а међ њима изрију долине. Па само једна од тих орогених фаза трајала је огромно много времена.

Разлику измеђ вулканских и невулканских брегова чини и то, што долине међу њима постају у главном у исто доба када и узвишења, па се оне доцније ерозијом промењују; ту одмах, с почетка, важи потпуно народна изрека: „колико је узорица, толико и низдолица“. А у другим бреговима долине ретко постају одмах у отвореним тектонским коритима, већ се оне развијају поглавито после издизања планина путем ерозија.

Вулканске купе. Обични облици вулканских брегова јесу купе. Оне нису сасвим правилне, већ имају стране неједнаког нагиба према томе: да ли су саме од лаве или само од вулканских трошака или и од једних и од других. Ако су од саме лаве, нагиб им зависи од тога да ли је ова житка (базична) или је више густа. Неправилне купе постају када се лава не разлива равномерно свуда преко ивице кратера, већ тече већином низ једну падину, као што то обично бива. Несиметрично се брдо гради и за то, што вулкански песак и пепео владајући ветар наноси више на једну страну. — Нису сасвим правилна ни кубета, која се нагомилавају око вулканскога отвора из кога провире врло густа лава без експлозија.

Вулканска купа може да постане и при само једној ерупцији; обично, пак, купе постају од вишекратних ерупција. У првом случају постаје најпростија купа доста једноставнога састава, као на пример Монте Нуово. У другоме, брдо се увећава и узвишује наслагањем слојева пепела, песка, шљунка измешаних са лавом или без ове. Слојеви трошака наслагани су са свих страна око купе (периклино); а слојева лаве има само по странама по којима се изливала. Брдо је, дакле, сложено од више слојева створених у појединим фазама еруптивне радње; то се зове страто-вулкан. (Сл. 46). Слојеви од троскве и крупних трошака јесу врло стрми, јер је стрм угао згомиљавања оваквог материјала; па су и стране вулкана стрме, 35° — 45° . Слојеви од ситнозрнога туфа слажу се под углима од 15 до 30° . Слојеви од лаве много су више положити. — Има купа у којима спољни делови слојева падају стрмо ка подножју (антиклино), а унутарњи делови нагињу благо ка средини (синклинално), у оба случаја свуда око канала (периклино). (Сл. 46 б). Овако се они правилно слажу када има некога ритма у ерупцијама, па у први мах јача експлозивна снага тера градиво даље од канала, а доцније, када снага ослаби, оно пада ближе ка отвору. — Мешовити стратовулкани имају стране са неједнаким нагибима у појединим деловима. (Сл. 46 с).

Ову шему данашњих слојевитих вулканских брегова, која се види и на више угашених и разорених вулкана, допуњује један скелет од чврстога вулканскога градива. То је прво, средишни стуб лаве окамењене у главноме каналу ерупције; па низ



Слика 46. — Шеме пресека вулкана од разного еруптивнога градива.

a — је купа од крупних комада шљунка и каменца, који се гомилају у слојеве стрмених нагиба, од 35 до 45°. *b* — је купа од туфовнога материјала, песка и пепела, чији су слојеви нагнути од 15 до 30°, а често, као што је у овој слици представљено, падају једним делом ка периферији купе, а другим делом ка кратеру. *c* — је купа сложена од разного градива; у њој има слојева трошних вулканских пројекција разне величине, има сливова лаве, има и жица од лаве. Нема правилности у смењивању овог разного градива. На Етни је доњи део од положитих сливова лаве, а горњи од дробине са стрмијим нагибом. У другим вулканима бива обратно: горњи део купе је од чврсте лаве, а доњи од трошака.

Унутарња грађа купастих вулканских брда показује, да су она постала нагомилавањем из вулканских огњишта избаченога градива, а не неким „издизањем кратера“ као што се негда веровало. И њихов размештај по површини земље и друге особине могу се растумачити без ове хипотезе.

Кубета од навирања и купе без кратера постају од врло густе киселе лаве, која не може да се разлива даље од отвора канала. У са-

кладова, слојева, плоча и покрова од скамењених потоца лаве; и најзад већи или мањи број жица од лаве, које су обично радијално пошле од главне жиле и просекле кроз вулкански брег. Ови делови скелета вулканских купа очувани су мање-више и на разрушеним вулканима.

У овим скамењеним масама лаве виђа се често лучење стубасто, призматно, плочасто, сферидно, према природи агрегата и приликама у којима се вршило скамењавање. Ова се лучења виде и у оним вулканским масама, које су избијале из пукотина и канала без градива које даје купаста брда, и које су зване: хомогени вулкани. У Ческој има кубета од фонолита, у којима је плочасто лучење тако развијено да изгледају као да су сложена од самих слојева.

дашњој геолошкој периоди постајали су на Санторину и Богослову. На Везуву су знатни брдски клубуци, надуни, постајали од год. 1895. до 1899., а у Јапану 1909. (Тарумај). И базичне лаве могу да дају овака кубета, када су врло хладне и врло споро извиру.

Вулкански вупци постају истискивањем из канала чврстог или получврстог стуба лавичне масе, као што се то десило на вулкану Пеле.

Лаколитски брежуљци. Од великога геолошкога, ако не и од географскога, значаја јесу она узвишења на површини, која су се испупчила, искључила, под притиском подземних еруптивних маса, које нису продрле до површине, нити на овој праве вулканске брегове наградиле. Спољна кора тих брежуљака јесте од издигнутих седиментних стена, а језгро им је од неке плутонске стене (лаколит). Та је кора по негде мање-више разривена, па се кристалоасто језгро испољило, те се и само изложило ерозионим процесима. Отуда се на површини земље виде разнолике громаде подземних еруптива, гранита и т. д. Лаколитски надуни не достижу велике висине ни при постанку своје, а после се све више смањују, осем ако не суделују у коме доцнијем орогене издизању. Лакодити су ретко усамљени; обично их има више у једноме пределу. Тип им је у Северној Америци, највише у држави Колорадо. Најчуднији међ овима јесте усправни лаколит брда Хилера, јер се био уздигао до висине од 2100 м. а на малој основи од 5 и 6½ километара. Они су скоро једини доказ, да еруптивне масе при своје издизању из дубина могу, у неколико бар, да узвисе земљину површину у облик брда.

Интересно је мало узвишење у горњем току Муске (у Мађарској), у брдима Режа. То је вулкански ембрион (хемидиатрема), чија се маса задржала у земљи; слојеви дуж канала, кроз који је прошла, по мало су посувраћени, а покров се избочио, те чини узвишицу. То је „Rez-тип“ вулканских ембриона.

Вулканска и невулканска грађа у вулканским купама. — По неки вулкански брегови само су од градива вулканскога порекла. Таква су вулканска острва којима се и не зна каква је подлога; Кључевскаја Сопка на Камчатки сва је вулканска (4900 м. висине). Већина пак вулканских брегова нагомилана је на подлози од других брегова, обично веначних, а и по висоравнима. Чимборасо (6310 м.) више је од стена невулканских но од вулканских (2—3000 м.) Кордијери би били велике планине и без вулкана начичканих по њима, па ипак се рачунају поглавито у вулканске. Вулканске творевине тако су значајне и интересне да дају главно обележје пределу, иако у овоме не превлађују оне, већ невулканске формације; предели Ајфел у Немачкој и

Оверњ у Француској обично се сматрају за вулканске, мада у њима не превлађују вулкани. По негде се вулканско обележје истиче и тамо где су сва вулканска брда затрвена и од њих остале само неке мале рушевине, по нека еруптивна жица, као неки ожиљак. Вулканскоме пореклу овога малог остатка, можда првобитно и малог вулкана, придаје се тиме много већи значај но целога процесу ерозије и денудације, који је ту разорио и друге много веће масе.

Пукотински сливови, плоче, покрови без купа. Када се врло житка лава излије из канала сама без вулканске дробине она гради врло сниске и пљоште купе као неке оклопе; још чешће се разлива око отвора у виду дугачких и широких сливова, који као нека плоча покрију подину. Многоструки овакви изливи саграде вулкански брдораван од више покрива. — Слична се брда граде нарочито онда када лава куља не из једнога канала већ по дужини неке пукотине. Дуж пукотине Лаки на Исланду (24 км. дужине) издигло се мноштво конуса (преко 90) и разлиле лаве на простору од 90 кв. км. са запремином од 27 кубних километара. У Патагонији лава се излила из пукотине, која је дугачка неколико миља, а није шири од 1 метра.

Пукотински велики изливи без кратера дешавали су се у прошлим геолошким временима у Србији, на Карпатима (Харгита, Вихорлат), у Ческој, Немачкој, Француској, на Исланду и Гренланду, у Колумбији и Невади и т. д. — и то понајвише за време терцијерне периоде. — За времена кретацејска створиле су се велике базалтске плоче у Сибиру и у Декану; а за време Перма и Тријаса у Алпима код Боцена и Мерана, створиле су се плоче од порфира, мелафира и т. д. Вулканских је брегова могло бити у свима геолошким периодама. Било их је у многим другим земљама сем поменутих, па су разорени. У најстарије геолошко доба вулканске су се масе обилно изливале из великих отвора као језерца од лаве. Позније су се изливале кроз пукотине често широке и дугачке. А лаве модерних вулкана, рачунајући ту и вулкани у најмлађој геолошкој периоди, изливају се кроз канале несравњено мање но што су некадашњи. По томе се може рећи, да су се вулкански изливи смањивали, у колико је кора земљина више дебљала.

Размештај вулканских брегова. Ретко се где саградио само један вулкански брег, већ по више њих у једној вулканској области. Етна се рачуна да је један брег, ваљда за то што има једну главну купу на врху; али она захвата простора више но неке велике планине (1570 кв. километара). — Када има више вулканских купа у једној области оне су поврстане: или по једној линији правој или лучној, или у више праваца радијалних од неког средишта или су груписане

без реда. Где је повећи број вулкана, било живих било угашених, по некој већој планинској системи, ту су они већином поврстани дуж планинских венаца и висоравни. Приметило се, да су они у вези са правцима великих набора, прелома и раседа. Ова географска веза вулкана и дислокација у кори указује да и постанак вулканских брегова зависи од великих тектонских појава.

Примери зависности распрострањења вулканских маса од главних праваца дислокација налазе се врло многи у вулканским областима у Европи. — У Шумадији се изданици ерупција врстају меридијанским правцем, као и повијарац шумадијских брегова. Велика вулканска област у ували Црне Реке условљена је дислокацијама у томе крају. Вероватно је, да ће се и у вулканским областима Јужне Србије показати таква зависност распореда вулканских маса од главних тектонских праваца. — Подбалканске вулканске масе упућене су главним правцем пукотина на узаноме подножју Старе Планине. — На Егини, Милосу, Санторину и Низиросу било је вулкана поврстаних дуж главног правца тамошњих дислокација.

У области Карпата вулкани су били по пукотинама јужне им падине, дуж којих се улегао тамошњи део Панонскога Басена. — Угашени вулкани у Ческој леже на великоме прелому масе Саксонских Рудних Гора (Ерцгебирге) спрам Северне Ческе. — Стари Евганески вулкани на јужноме подножју Алпа, недалеко од Падове, везани су за једну попречну пукотину у тамошњим Алпима.

А да су садашњи вулкани размештени по главним правцима дислокација на копнима, то је већ назначено напред у одељку о Абисодинамици.

Разорење (денудација) вулкана. — Вулкански брегови брзо постају, али се брзо и смањују и нестају. Руше се брже но други за то, што у правим вулканима има врло много трошнога градива: пепела, песка, троскве, шљунка, каменица. Већ и обичан ветар односи са вулкана пепео. Киша их врло ласно спира и разрива, градећи по падинама јаруге и сухопоточине, које су ижљебљене од ивица кратера скоро радијално ка периферији подножја („баранко“). Кишница може да изрије и однесе шупљикаве делове од лаве, па остаје брдо без туфа и троскве. Временом ерозији подлеже и најчвршћи делови лаве. Услед ерозије губи се и првобитни правилни купасти облик вулкана, по коме тада, изнад релативно мекше средине, стрче неправилне громаде, камаљи, остењци, зупци, ступци, жице, дајкови; па на месту једнога вулкана види се више његових делова од чвршћих лавичних маса. То се све види и на активним вулканима, на којима нове ерупције не накнађују довољно претрпљене губитке; а то помаже разумети развалине од давнашњих вулкана. Од давно угашених вулкана остале су само жице лаве, која се убризгала у пукотине; остао је, кашто, стуб лаве у каналу, који је одржавао везу између површине и огњишта, а који се

иначе, код активних вулкана, не види. Ако је денудација врло велика, онда овај стуб може да се заруби до свога корена, који је у огњишту одакле је лава потицала. Вулканска магма, која се у тим огњиштима скаменила, обично је сва кристаласта и зрнаста, док су производи њеног излива лавичнога састава. То оправдава претпоставку, да су неки гранитоидни лаколити могли бити огњишта из којих су вулканске стене кроз затрвене канале избијале на површину. Аустриски геолози мисле, да је код места Предацо у Алпима, за време Тријаса, био прави вулкан, од кога су се очували само његови дубински производи: мелафири, порфири, сијенити, гранити. У опште се мисли, да су од вулкана из прошлих геолошких времена очувани управо најунутарњи делови њихова тела.

Изузетно се десило, да су од врло старих, давно угашених вулкана прилично очуване и њихове спољне форме и првобитна им грађа. И у врло старим теренима има очуваног и трошнога вулканскога туфознога градива.

II. ОСНОВИ ГЕОТЕКТНИКЕ.

Тектонска Геологија или Архитектоника изучава како је из појединих група стена саграђена цела земљина кора, како су те групе међусобом сложене и колико од њихова слојажа може да зависи облик површине терена. Реч терен у геолошком смислу означаје сваки повећи део земљине коре, који чини као неку целину карактерисану својом грађом, стенама и својом архитектуром, склопом. — Главни типови терена разликују се према томе, да ли су од стена седиментних, таложних или од еруптивних, вулканских.

Еруптивне масе појављују се у виду громада, жица, плоча, сливова, купа, складова. Оне су приказане у претходном одељку ове књиге. Њихови архитектонски одношаји у саставу планина доста су прости и обично јасни. — Седиментни, пак, терени не само да запремају много већи део земљине површине него еруптивни, него су и слојеви од којих су они састављени груписани у врло много разноврсних одношаја.

Особине слојева.

Слој је минерална маса сабрана у једноме непрекидноме року таложења, и обухваћена двема, обично упоредним површинама, које се зову равнине таложења или равнине стратификације. Слој се распростире у хоризонталноме правцу много више него у вертикалном. Одсек вертикалне линије измеђ равнина таложења изражава дебљину слоја. По дебљини слојеви су врло неједнаки; неки су танки као лист хартије, а на неким се равнине таложења не могу јасно уочити и на

дебљини, од стотине метара. Најправилнији су слојеви чија је дебљина једнака по целом њиховом пространству; али обично дебљина опада ка ободу басена, у коме се слој почиње таложити и на другоме крају, где прелази у други слој, те тако има сочиваст изглед, особито ако се слој свуд у околу клинасто завршује.

Дебљина слоја зависи од врло много разних погодаба. У првоме реду зависи од множине спремљенога седиментнога градива, од снаге и начина рада преносача градива, па од начина и брзине окамењавања, од сарадње хемиских и органогених процеса, од топографских прилика. — По моћности и општем изгледу слојеви се називају: банци, кад су врло дебели, — врце (или „врсте“), када су мале моћности и простирања, — громаде, када су те масе високе скоро колико и широке и т. д.

Површине таложења обично су равне и уједначене. Али на њима може бити и грумења, бразда и вијуга. Бразде и вијуге граде се на песковитом, пљоштем прибрежју услед мирнога таласања воде над њим. За време одлива, песковити муљ на морској обали може се толико осушити да испуца, па се при приливу пукотине испуне новим муљем, који су ту скамени у виду жица. У сличним приликама по жалу могу да се створе и у слојевима очувају и отисци од кишних капљица и трази од стопала животињских.

Коса цепљивост. Слојевите стене најлакше се цепају и комадају упоредо са равнинама таложења. Али, када су сталожени слојеви били изложени неком великом косом притиску, онда се у њима често ствара и коса цепљивост и слојевитост, по којој се и лакше цепају и на цепкама се онда види повише равнина таложења.

Серија слојева. Низ паралелних слојева, који су постали непрекидним таложењем у мору или језеру зове се серија слојева (група, система). Слојеви једне серије по своје минералошком саставу могу бити једнородни или разнородни. И један исти слој може бити разнога састава на разним местима свога простирања; на пример: до некадашње обале — конгломерат, даље од обале — пешчар, а још даље — глина. У једној серији слојева само два крајна, почетни и завршни, не леже измеђ друга два из исте серије; иначе сваки други слој има у истој серији своју подину и повлату. Подина је слој на коме лежи проматрана маса, а повлата онај изнад ње; прва је старија, а друга млађа од ње, јер у правилно одржаној серији сваки виши слој јесте млађи од њижега, претходнога. У непрекидноме низу слојева ред наслањања јесте, дакле, ред узастопне старости, Али се може

десети, да неки млађи слој није пособац онеме на коме лежи, већ да их временски раставља један прекид („празнина“) у седиментацији, било што се за то време дно мора издигло на суво, па много доцније опет спустило под воду, било што су јаке струје омеле да се какво градиво ту сталожу и задржи.

Докази за истоветност издања. Терени су обично испољени по издвојеним и размакнутих издањима, на којима није увек ласно утврдити идентичност појединих слојева и серија слојева. Истоветност једног слоја на разним издањима утврђује се: једнаким петрографским саставом, садржином једнаких окамењених остатака од организама, једнаком повлатом и подином. По овој последњој може се, кашто, утврдити идентичност издања и када им се на раздаљини променила природа и минералског састава и организама у њима. Благодарети, пак, органским остацима, један слој може се пратити на стотине километара и геолошки одредити, ма на коме месту био и ма у коме се положају нашао.

Положај слојева при њихову таложењу скоро је увек хоризонталан по највећем делу њихове равнине таложења; а по мало кос до обода басена у коме се таложе. У том су положају остали до сада многи слојеви, чак из најстаријих геолошких периода, (на пример: силурски терен у северо-западној Русији, карбонски терен западно од Елегани и т. д.) Већином су пак серије слојева од разне руке поремећене из свога првобитно хоризонталног положаја.

Главне слојева зову се њихови делови на издањима, који стоје више-мање косо спрам површине земљишта.

Врсте поремећаја. — Покретање слојева из хоризонталног положаја може бити у разном степену и од разних узрока: 1. када се једнострано (моноклино) помере, нагну. — То нагнуће може бити: благо, стрмо, врло стрмо, главачке или тако суновратно, да слојеви повлате дођу на дно серије и обратно (инверсни положај слојева) Издањци моноклиних слојева обично су одсеци од врло великих пљошних бора и надуна у кори земљиној; они дакле прелазе у следећу врсту поремећаја. 2. када се слојеви савију и наберу, што такође бива у разне степену. 3. када попуцају, бочно се померу, или утону, или се истакну, или наседну једни на друге и т. д.

Поремећени слојеви добијају неки извесни правац пружања у простору и извесан угао нагиба спрам хоризонталне равнине, што ни једно ни друго нису имали у своје првобитне положају. Правац пружања одређен је правцем који спрам меридијана

има хоризонтално у равнини слоја повучена линија, а нагиб се изражава углом, што га спрам хоризонта чини линија управно повучена на правац пружања слоја. Обе те нове карактеристике слоја мере се геолошким (или „рударским“) компасом.

Сложено и несложено наслагање. — На многим издањима има по више серија слојева у разним међусобним односима.

Када се на једној серији старијих, непоремећених слојева наслагала нова серија, онда су слојеви и у старијој и у млађој паралелно, сложено (конкордантно) наслагани. Обе серије изгледају да су сталожене без прекида, да припадају истој геолошкој периоди стварања, и обе ће се, при познијем некоме покрету земљишта, подједнако пореметити. Ту је често тешко тачно повући границу измеђ обе серије; разликоваће се најпоузданије онда, када садрже различне окамењене фауне или флоре.

А када се нова серија слојева сталожила по старој, која је поремећена из свога првобитног положаја, онда ови млађи нису паралелни са старијим, већ спрам њих леже под неким углом, дакле несложено (дискордантно или трансгресивно). Измеђ дискордантних серија граница је очевидна, баш и када је природа слојева у њима подједнака. Максимум непаралелизма двају серија јесте када нова спрам старе лежи под углом од 90° . Нова серија слојева обично почиње са једним слојем конгломерата створеног од горњих слојева старије серије преко којих је море наилазило, („конгломерат базе“).

Проматрање несложеног наслагања важно је за дознавање геолошке историје данога предела; јер, када млађи слојеви негде наткриљују много старије, онда то значи, да је на томе месту наступила трансгресија мора, после доста дугог времена његова одсуства у тој области копна. — Важна су та проматрања и за одредбу времена стварања планина; јер, већина је планина постала издизањем великих серија слојева, па је то издизање, наравно, млађе од времена постанка издигнутих серија, а старије од слојева који њиме нису поремећени из свога положаја. У великим планинама налазе се примери вишекратних дискорданција, што доказује да се и њихово издизање није извршило на један мах.

ДИСЛОКАЦИЈЕ.

Реч дислокација треба да значи сваки знатнији поремећај стена из њихова првобитна положаја; али се у Геологији примењује на оне промене, које долазе услед унутарњих сила и изазивљу прекрајање грађевине терена. Ово су тектонске дислокације. Оне се разликују од поремећаја, који се јављају као последица рада спо-

љашних сила, као што су урниси, гужвање, надимање терена. Ове нетектонске дислокације мале су, локалне, и од незнатног геолошкога домашаја.

Две су главне групе тектонских дислокација: једне у правцу пречника Земље, а друге по њеној сфери; прве су вертикалне или радијалне и производе раседе, а друге су хоризонталне, тангенцијалне, и производе наборе. Обично су подвојене, а када се дешавају у истој области, раседи се јављају после набора. Вертикалне дислокације постају под утицајем теже, а хоризонталне под утицајем бочнога притиска, потиска. При вертикалним кришке од земљине коре спуштају се, слежу, измеђ прслина у њој, а при другима се делови коре набирају и уздижу. При набирању се смању захват на обиму Земље, а при улегању се испољује нешто мало више површине; али ово увећање површине ишчезава спрам њенога смањења при набирању.

Вертикалне су дислокације пресудне за стварање столоватих брегова, висоравни, и за одвајање морских потолина и континената (епирогенетски покрети); а друге су главни чиниоци стварања планина у опште (орогени покрети).

Да је хоризонтални бочни притисак узрок набирању доказано је не само вештачки произведеним наборима у неким минералним масама, већ и многим примерима наборите структуре у слојевима, који су у природи очевидно таквом притиску били изложени. — Вештачки се може подражавати и стварање вертикалних дислокација.

Набори (боре). *земаљски или водени језгро*

Више пута има повода поменути, да се усијано језгро Земље хлади и смањује, па да се по њему кора скупља и повија. То је узрок што се поједини делови коре узајамно бочно потискују, па се гужвају и набирају. Најпростија од тих наборитих маса зове се бора. Она има два бока или крила која одмичу од њенога врха, средине, или се ка овој и ка њеноме дну примичу. У првome случају бора је конвекса, она има слеме или теме, испупчена је као кров, свод или „седло“¹⁾ — то је антиклинала; у другоме случају бора је удубљена, конкавна као олук или корито, које има своје дно, — то је синклинала. Ако је нагиб оба крила спрам језгра и средишне равни подједнак, онда је бора права, симетрична. Већина је бора несиметрична, мање-више косо

¹⁾ Овај се израз преноси у наш геолошки језик преводом са немачког (Sattel), а у народном говору речи: седло, седласт, преседласт, приседао, преседлина, означају нешто што је синклино, а не антиклино.

нагнута па и полегнута (Сл. 47.). Нормална се зове бора чији су бокови једнаке дебљине.

Постанак бора олакшава то, што су слојеви у неколико савитљиви. Савитљивост једнога слоја зависи од покретљивости његова градива, од оптерећења на њему, од температуре, од орогенога притиска, па и од дужине времена у коме се изводи. Набирање почиње прво на масама које су најлакше савитљаве. Али и најчвршће масе, као што су гранитски лаколити, под јаким орогеним притиском, могу да буду потиснуте са свога места и у наборе утиснуте. Где је слој стањен, ту ће се пре и јаче набрати но у околним својим дебљим деловима; ту ће бора најпре и полећи. — Где се у истоме геолошкоме хоризонту промени природа слојева, ту ће се онајпре јавити разни тектонски случаји: раседне боре, навлаке, доме. Јер на додиру разних седиментних формација напон и потисак у кори лакше ломе терен; ту овај пуца за то, што је ту место мањега отпора. У Алпима је скоро свака навлака од друге фације.

Слојеви који улазе у састав бора могу бити сви петрографски хомогени или хетерогени. Серија хомогених слојева набира се хармонично. У серији нехомогених слојева пластичнији ће се јако набирати, а крући ће се или ломити или градити пљоште наборе; то је набирање нехармонично. Хетерогеност може бити: 1) у правцу хоризонталном, то јест да је неједнака минералозна природа и савитљивост у једном истом слоју; и 2) у правцу вертикалном када су наредни слојеви неједнако пластични.

свон
Оса боре (слеме у свода) може се протезати право или вијугаво, а и на цик-цак када је испреламана.

Сигмоида се зове бора, која се савила као на лакат, па даље наставила пружати се у првашњем правцу.

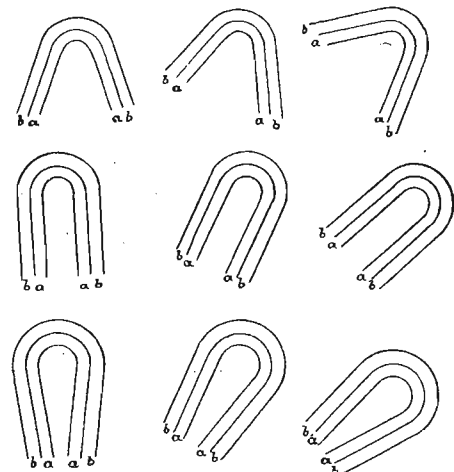
Оса набора може се издизати или спуштати према хоризонталу. Где се слеме и крила свода поступно изједначе са непоремећеном површином, а где се крај синклинале до те површине уздигне — ту је природни крај набора.

Једноставан је набор један прост свод, округласт или дугуласт, испупчен или уваљен. — Округласти свод од слојева концентрично уздигнутих зове се кубе; а округласта концентрична увала — кота о. У оба случаја правац пружања и пада слојева мења се непрестано и увија свуд у околи, то је кружно пружање.

Ретко се где има само једна бора, већ су обично редови и снопови од више бора.

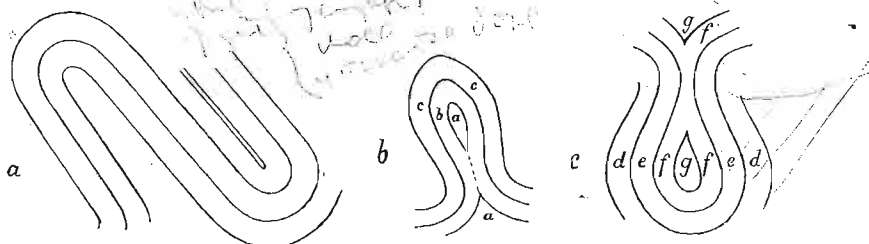
Дугуласти једноставан свод зове се брахи-антиклинала, а дугуласто корито — брахисинклинала.

Положаји бора. Многоструке боре могу се међусобно на разне начине размести. Може се десити да су боре доста правилно



Слика 47. — Примери простих бора. Први вертикални ред представља праве боре; други, средњи, ред представља косе боре; а трећи боре полегле. Први хоризонтални ред показује боре нормалне, чија крила одступају од средине; у другом су реду изоклиналне боре, чија крила иду упоредно, а у трећем су реду боре лепезасте, чија се крила примичу. У доњем крилу нагнутих и полеглих бора млађи слој *b* дође испод старијег слоја *a*.

делу размичу се од средине, а у доњем, синклиналном делу изгледа као да се слојеви стичу ка средини. И лепезасте боре могу бити



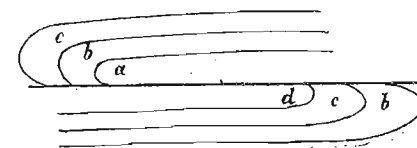
Слика 48. представља разне примере бора.

a. — је изоклинална антиклинала (леви свод) уједињена са синклиналом (десни лук). — *b*. и *c*. — су лепезасте боре, прва као антиклинала, а друга као синклинала; у обема има по једно укљештено језгро: *a*. и *g*; у првој је оно од старијих, дубљих слојева *a*. укљештених млађим слојевима *b*. и *c*., а у другој језгро је од млађих, горњих слојева *g* укљештених старијим слојевима *f*. и *d*.

праве, нагнуте и полегнуте. (Сл. 47. доњи хоризонтални ред и слика 48 *b*. и *c*.).

У пределима јакога набирања крила неке велике боре могу бити и сама набрана, те се по њима наградило више мањих, секундарних антиклинала и синклинала, па све то изгледа, кад је правилно изведено, као нека многопера леза. То је као један сноп на бора који такође могу бити у положају правом, косом и полегнутом. Овакав збир борица може бити уједињен тако да гради једну сложену синклиналу („изврнута леза“). — Поједине борице у овим сноповима ретко су кад развијене с краја на крај главне боре, већ се често смање и нестају у главној маси, а поред несталих могу да се јаве друге, као на смену.

Навлаке и покрови. — При јакоме набирању дешава се, да једна бора најаша на другу, и да се на посувраћеној и полеглој бори горње крило премакне и навуче сасвим преко доњег, па га притискује, растањује и разбија, тако да од овога остану само бречасте комади (милонит) или се затру и ови комади, те онда горње крило лежи на новој додирној површини (слика 49). Очувано горње крило премакнуте боре налаже тада на крило друге боре; ту старији слојеви навлаке (сл. 49 *a*) леже на млађим слојевима подине, било да су само упрли у њих или сасвим их покрили (сл. 49. *d*). Горња је бора, овде дакле, раскинута, растргнута. Ова појава припрема често појаву сличну обичним раселинама, код којих се с једне стране повлата дуж прслине смакла, па лежи наспрам или чак испод слојева у подини.

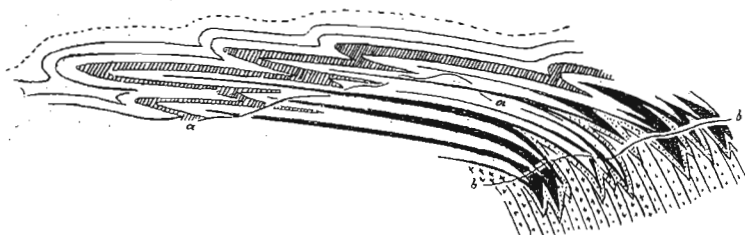


Слика 49. Навлака

Једна полегла антиклинална бора полегла је и развукла се хоризонтално по својој антиклиналној парници, раскинула се, заједничко им крило здобило се, па на његовом месту постала раван наборне раселине (црна, хоризонтална линија). Серија слојева у подложном крилу *abcd*., покривена је серијом истих слојева *abc* у навлаци, па се у пресеку понављају исти слојеви по изгледу у непрекидној серији *abcdabc*, што је, наравно, ненормално. Овако ненормално прекривање слојева пружа се по негде на велике даљине.

Полегнута бора може да се отргне од своје основе, па да одмакне далеко и по више километара. У Апалашким Планинама виђена је једна навлака која се 600 км одмакла од свога корена. То су намакнуте покрови. Они могу бити од само једне навлаке, а може се десити да се по две-три боре једна на другу намичу, прекриљују и прекривају; ту се граде камаре и стогови од покрива, који могу бити високи по неколико стотина метара. (Сл. 50). Таквих сложених

покрова има много у Алпима. На њима се јасно познаје да су досуљани из даљине и да немају природне везе са становним, аутохтоним слојевима у својој новој подлози. Те откинуте и далеко пребачене прѣкрилне боре, те стране покрове на становитоме терену, уобичајено је звати: шаријаже.



Слика 50. Камаре покрова на брду Жоли близу Сен Жерве ле Бен у Савојској.

Сводове антиклинала од све три једна преко друге полегнуте боре разорила је ерозија до профила *a, a*; а у пределу Бофор и језера Ла Жирот разорила је покрове до пресека *b b*, у коме су очувани само коренови тих покрове. Слојеви са крстићима означују кристаласте шкриљце, а са тачкицама Карбонифер; црне пруге су слојеви од Тријаса, а косо исцртане од Јуре.

Покрови су ретко кад очувани онако целцати, како су од своје основе пошли; већ су подерани у комаде, који се сваки појављује као нека плас а, неки навлачак (*lambeau de recouvrement, Klippe*), тектонска чалија. — Ерозија може у покрову да отвори као неко широко окно, (виглед, око), на дну кога се испољи подина навлаке од становитог терена.

Једном навучени покров може да се накнадно набира (наборни покров прост и двоструки). Мисли се, да се нека доња навлака може гужвати испод горње која мирује. Компликације су многоструке и још не све добро проучене.

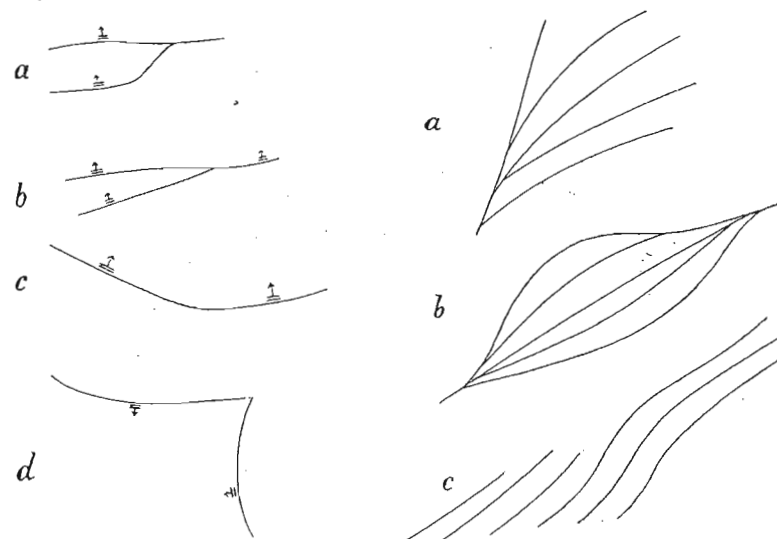
У Алпима и у Шкотској има покрове за које неки геолози мисле, да нису од набора, већ да су то насуљане плоче, санте, које су се откинуле од своје целине. По мишљењу Рајера читави би Алпи могли постати натоциљавањем седиментарних маса једних на друге, без нарочитог набирања; али ова хипотеза мало има присталица.

Брдска краљушт („луске“). — Када се много бора тако збије, да им крила имају исти правац пружања и пада, и да се наизменична доња крила изатру, онда се у таквоме случају једна иста серија слојева истим редом нормално понавља. Крила се дакле ту слажу као цреп на крову или као краљушт у риба (*Schuppen-Struktur*). Овакав сложај може да

се створи и без бора, када један ред кришки измеђ прслина вишемање једна на другу најахује.

Брдске кришке, уужем смислу речи, могли би се назвати они режњи измеђ пукотина, који су померени не у вертикалном, већ у хоризонталном правцу (и које немачки геолози зову *Blätter*). Оне постају нарочито на наборима, који под орогеним притиском испуцају косо спрам њихова правца пружања. Има предела који су са свим искривани у овакве режње. Ово хоризонтално померање крижака („листова“) може изнети више километара.

Груписање набора. — У свакој великој планини има више великих набора, који се ретко пружају упоредно на велике даљине, већ се од разне руке уједињују, стичу и расплићу. На сликама 51 и 52 представ-



Слика 51. Разни начини уједињења бора.

У случају *a*, две упоредне боре истога правца нагло се састају и уједињују. — У *b* то уједињење бива поступно, а у *c* то бива још поступније у лук вишемање благога распона, те је као сигмоидна кривина једне боре. — Када се боре стеку под великим углом онда се то зове сутока директриса набора, мада се може сматрати и као нагло скретање правца једног истог набора.

Слика 52. Разни начини сплитања, расплитања и смањивања бора. Када се бора грана и расплиће у перјаницу *a* онда је то виргација. — Ако се боре из тога снопа наново уједине постаје амилада („бадем“) *b*. — Слика *c* показује како се кратке, у почетку упоредне боре, замењују дужим и повијеним, које чине главну масу планине; док оне прве, прекраћене, чине њен спољни сбод и упиру мање-више косо („кулисе“) у њено равно подножје.

љено је неколико таквих случајева, међ којима се као значајне истичу: судоке (Schaarung) и грањање (виргација) набора.

Заплетенији су случајеви, када је у једној области било више неједнаких набирања у исто доба, или више набирања у разним орогеним периодама, између којих су биле периоде ерозије ранијих набора и таложене нових катова слојева над старијим, поремећеним из свога првобитнога положаја. На ово се има нарочито пазити при изучавању постанка планина.

Нетектонски набори. — Сем убирања слојева која долазе услед хлађења земљине коре, има неколико случајева набирања под утицајем процеса, који се на њеној површини дешавају.

1. Када се анхидрит претвара у гипс расте му запремина; како му је маса укљештена на дну и по боковима, то се може надимати само у средини на више, па се уздиже, збрчкава, убира. Боре које тако у гипсу постају нису правилне; преплетене су; крила су им задебљала. — Складови сланика под притиском повлате и загрејани, такође се увећавају и на више померају, а ако има присутне воде, маса им прекристалисава и подели се у танке збијене и јако савијене слојеве.

2. Слојеви нагомилани по косоме дну близу до обала често склизну, збију се, згужвају и наберу.

Слично се дешава и на суву; када се брдски носци и опадина раскваси водом или се то деси у масама глине или леса онда оне склизе и посавијају се.

3. Када подземна вода испере и однесе неки слој, онда се горњи слојеви поведу, улегну, склизе и посавијају. У Немачкој се тријасни „мушелкалк“ убира услед испирања соли под њиме.

4. Под притиском ледника меки слојеви у њиховом кориту гужвају се, комадају, набирају.

4. Под притиском стогова леда нагомиланог у језерима, рекама и морима меке стене по дну тих вода разоравају се и слојеви се набирају.

Овде се може додати, да се млазеви и поворке грушевина у интрузивним и вулканским магмама, које још нису скамењене, повијају када наиђу на какве препоне. Такве боре у окамењеним масама тумачене су пређе као последица орогенога притиска, који је можда утицао и на стварање горе поменутих бора у складовима сланика.

Раседи.

Једна равна површина слојева може да се повије, па да испод прегиба остане и даље равна. То се зове прегиб слојева или превој, моноклина бора, флексура. На месту (колену) где се превијају, слојеви се растежу, стање, често и прсну, те се ту поступно јавља прслина или пукотина са раседом.

Раседи или раселине јесу, дакле, вертикална или коса померања стена дуж прслина. Прслине у кори земљиној постају под утицајем разних процеса: развлачења, раскидања, притискивања набирања и уврћења слојева. Тим начинима Добре их је и вештачки произвео. Оне се појављују у слојевима набраним и ненабраним, у еруптивним масама и у кристалистим шкриљцима. Дужина им је, кашто, невероватно велика. Крај им је где ишчиле у непоремећеној маси, где поступно зарасту или упру једна у другу.

При раседима се обично једно крило спусти, а друго остане на својој висини; али је могуће и да се једно крило узвиси, а друго да остане на свом првом месту. Нормална се зове раселина чија је равна смицања упућена ка утонуломе крилу; а ненормална, када се ово подвлачи под крило што је остало на својој висини. Размак за колико се један део померио ниже или више другога зове се скок. Има случајева да је та разлика само неколико милиметара, а бива већа и од 1000 метара. — Прслине се пружају у дубину или вертикално или мање-више косо. Пружају се или упоредно (уздужно) са правцем набирања, или попречке, или дијагонално спрам тога правца.

Сем вертикалнога померања, дуж пукотина се дешава померање пласа и у хоризонталном правцу, као што је напред поменуто код режњева у наборном терену.

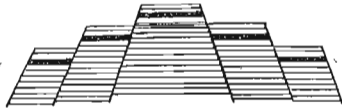
Површине пукотина дуж којих се врше померања пласа сасвим су изрендисане, испаране или углађене. Дуж раседа окрајци слојева једне пласе могу бити више-мање посувраћени.

Услед померања пласа измеђ пукотина на површини се понављају изданци исте серије слојева, као што се то дешава и на краљуштима и кришкама од набора.

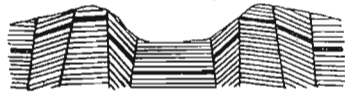
Када има више раселина у једноме пределу, онда се виђају овакви њихови правци: или иду паралелно, или концентрично, или се укрштају. — Укрштене раселине врло су важне за рударство, а мање за геотектонику. — Паралелне раселине могу бити једностране или двостране. Једностране су када се пружају све ниже на једној страни у једноме правцу. То су степенити преломи (ломови); они деле земљиште на више прагова, полица, плоча, растављених платном, остенаком, одсеком на лицу равнине раседања. Може се десити да се земља раседне прво дуж једне главне пукотине, па се после по овој срозани део даље степенито слеже.

Двостране упоредне раселине дају кришке од којих једне, обично средње, или стрче, или се слежу, уваљују. У првоме случају се спрема висина тимор (Сл. 53.); а у другоме потолина, ров или корито, котлина (Сл. 54.). Тимор („стрш“ Horst) постаје, дакле, када се око једне, пукотинама ограничене масе, грбине, лево и десно спуште

бокови, крила; а ров (Graben), постаје када крила остану на висини, а средишни се део ували.



Слика 53. — Тимор, који је остао на месту измеђ бочних пласа, које су се степенито спустиле дуж прелина обостраних и паралелних. Раседање је овде било подједнако на обема странама тимора.



Слика 54. — Потолоина (ров) створена великим улегањем средњег дела терена измеђ бочних пласа, које су се мање од њега спуштале. Неједнако спуштање појединих пласа доказује испресецаност црном пругом означенога слоја.

Експерименти у Тектоници.

Више научника уводили су експерименталну методу и у Геологију и успели да произведу не само врло многе стене, како седиментне и метаморфне, тако и еруптивне, већ и неке појаве, какве у природи долазе од ветра, воде, вулкана. Успели су такође да произведу разне дислокација и структуре брегова, од којих ћемо овде само неке у кратко навести. — Добре, који се Експерименталном Геологијом највише бавио, разним низом опита на разним материјама произвео је пукотине (литоклазе) обичне (дијаклазе) и раседне (параклазе). Пукотине су постајале услед вертикалнога притиска, извлачења и уврћења. А прелине и пукотине на површини земље постају, као што је познато, у лавичним масама када се хладе, и у седиментним када се суше. Приметио је да се, као и у природи тако и при експериментисању, пукотине групишу у системе, које се оријентишу поглавито управно једна на другу, и да оне могу, ма кога правца биле, постати у исто доба и од исте силе.

Усавршавајући Халов експеримент за набирање маса, Добре је успео, да под хоризонталним притиском произведе разне врсте бора: обичних, прекрилних, раседних.

Мелар Рид (1886.) проматрао је како се на топлоти шире разне стене и закључио је, да је способност стена да се загреју и шире главни узрок орогених појава. „Експанзија маса изазива њихово надимање и набирање“ јесте израз једне орогене хипотезе, наравно не оправдане када је искључива и кад одриче рад хоризонталнога притиска.

Рајер је (1894.) извео много лепих експеримената о флексурама, раскидима, трусовима, померању кашастих маса; али његову тежњу да наборе, навлаке, постанак брегова у опште припише само клижењу маса у кори, није нико прихватио.

Б. Видис (1893.) својим експериментима показао је, како се савијају разни слојеви под хоризонталним притиском и оптерећењем у опште, како разно стратификовање утиче на набирање. Неки његови вештачки набори могу да се упореде са неким профилима

у природи. — У овоме правцу радио је највише Паулке који је, као већ и Добре, тежио да што више подражава силе и прилике у природи, да напред одреди резултат свога експеримента и да произведе што већи тектонски појав. Њему је испало за руком да произведе врло велики низ тектонских појава, не само испоодвајаних, већ груписаних у онакве типове, какви се виде у Јури и у неким деловима источних Алпа.

III. РАСЕДНИ БРЕГОВИ И БАСЕНИ.

Ови су брегови опцртани, обично и у главном, бар двома великим раселинама, а појединости њихове тектонике одређује, кашто, велики број споредних раседа. За њих се каже да су пасивни, јер им је главна маса остала мирно на своје положају, а стрче и изгледају истакнути услед улагања њихове околине. Главно им је обележје, да су од пласа, које су мање-више јасно одвојене површинама раседања; али правац, број и величина тих пласа варира много; па су и границе како појединих кришки, тако и целине врло различне.

По спољној форми раседни брегови могу изгледати као веначни, то јест имати један уздужни главни правац протезања венца, била и гребена. Или су то као масиви и громаде, од прилике широки колико су и дугачки, управо рећи неодређени.

Тимор. Најпростији облици раседних брегова јесу тимор и полутимор. Тимор је већ напред дефинисан, као брег ограничен двома мање-више упоредним проломима; а полутимор постаје када се терен проломи и спусти само с једне стране. Вогези и Шварцвалд, узети у целини, јесу два полутимора. Обе су планине негда чиниле једну набориту област, као једну велику дому, док се њен средишни део није дубоко срзао измеђ две пукотине и створио ров за долину Рајне. Обострани им ново-створени стрми одсеци окренути су лицем упоредо потolini Рајне; поред њих се десило више ступњевитих мањих одсека. Ерозија их је оба разуђивала и свакојако моделисала, али се по унутарњој им грађевини познаје да су то два насрамна полутимора. Одвајање Вогеца и Шварцвалда извршило се већим делом за време старијег Терцијера, а наставило се и у следећим геолошким вековима; мисли се, да исти процес дислокације тамо и данас траје.

Пример простог, правога тимора пружа Тирингер Валд у Немачкој, која стрчи измеђ две велике раселине; а за пример многоструких брдских столова наводе се плоче Јуре у Швајцарској. Ове су планине хетерогене; прво су биле наборне, па се после формисале вертикалним дислокацијама. — Предео Морвана у Средњој Француској јесте тимор измеђ долине Роне на истоку и предела Лимање на Западу. Он се

истиче измеђ две упоредне пукотине меридијанскога правца. — Синајска Гора је тимор измеђ рова Суеца и залива Акабе. Тимора има око Мртвог Мора. Такви су Ливан и Антиливан.

Раседни брегови могу се стварати по разним теренима: по равнинама и висоравнима, по наборним планинама и по брдским трупинама. Раселине и увале највише се дешавају по областима старих набора, које су услед трансгресија препокривене новим слојевима. Стога су пласе измеђ прслина често завршене хоризонталним слојевима. Тако постаје плочаста форма терена, која је карактеристична за области многоструких раседања.

Раседни брегови могли су постајати у разним геолошким периодама; али се за стара раседна брда, која би била затрвена, не зна толико колико се зна за старе наборне планине, иако су веома стрвене.

Стварање раседнога брега траје дуго, али не толико колико и стварање набора. Свршетак стварања најсигурније се одређује старошћу слојева, који су на раселинама непоремећено сложени.

Раседне потолине могу бити као ров, корито, долина, увала, котлина, басен.

Пример једног обичнога раседнога рова или салома међ тиморима јесте већ поменути средњи део Рајне, која тече прво измеђ два дела једне велике доме, Вогеца и Шварцвалда, а после измеђ два дела друге доме, Оденвалда и Харта. — Раседи су дали повода стварању многих долина, н. пр. долина Зиле. У долини Мораве један велики расед очевидан је од Голупца до Сталаћа.

Врло је велики пролом који просеца целу Грчку, залив Патраса, мореуз Коринта и залив Егине. — Највећи је пак читав систем провала Црвенога Мора са њиховим продужењима на Северу долину Јордана, (која је дугачка 260 км. а широка негде само 5 км), и на Југ по источној страни Африке, где су језера Њаса и Тангањика. Ова зона има до 7000 км. дужине; то би била понајдужа данас позната континентална потолина.

Раседне котлине јесу овалне и округласте увале измеђ концентричних, лучних, прслина, са којима су обично удружене и радијалне, те се комади земљишта измеђ њих лакше уваљују. Могу да постану у планинама наборнога порекла и у области височина. Примери великих басена у Европи јесу Бечки, Панонски, Румунски — који су у потоњој геолошкој ери били испуњавани водом морском, бочатном и слатком. Јадрански басен млађи је од поменутих, па му је и историја простија. Карактери потолина види се и у областима Јужне Мораве и Вардара. Котлине су језера: Охридско, Преспанско, Островско. На

копнима има потолина, чија је површина испод нивоа садашњих мора у њиховој близини (крипто-депресије). Такве су, на пример, потолина Скадарског Блата и Мртвог Мора.

Континенти, океани и „старе масе“ јесу највећи геолошки и географски резултати вертикалних дислокација земљине коре.

Континенти се могу сматрати као највећи и најстарији тимори. На њима се доцније граде планине. Велике равнице по њима разноврстне су: једне се могу сматрати као област мировања од вајкада; друге као потолине; треће као пенеплене, просте или наносима препокривене. У њима има ровова и котлина од значаја мање-више локалнога.

Океани су потолине првог реда и по старости и по величини. Мисли се да је Тихи Океан од искони, а да су други, н. пр. Индиски Океан, Црвено Море и т. д. резултат доцнијих улегања. Атлантски Океан неки географи сматрају као једну велику геосинклиналу.

Други на реду, по својој величини, резултати вертикалних дислокација по континентима јесу тако зване старе масе и велике увале средземних мора и других басена. Старе масе могу бити, или остаци најстаријих, слабо дислокованих делова земље; или раселинама прекројени и зарубљени наборни брегови и т. д. То би, дакле, били тимори другог реда. Исто се име даје и „старим масама“, које се налазе често у области млађих веначних планина и на којима још превлађује наборита структура, што ће се доцније видети.

IV. НАБОРНИ БРЕГОВИ.

Облик и величина. — Наборни су брегови већином веначни, то јест они се протежу далеко више у дужину но што им је ширина. Линија протезања може бити права (Пиринеји, Балкан, Кавказ) или на лук (Алпи, Карпати, Хималаја); а лук може бити прост или двострук, кривулица (—). На лучним планинама угнута, улубљена, конкавна страна узима се да је унутрашња, а испупчена, конвексна — спољашња. Предео испред спољне стране зове се предгорје планине; а предео иза унутрашње стране — загорје. Предгорје једне планине може бити у исто доба загорје некој другој; загорје западних Алпа јесте предгорје Апенина. За област Јадрана каже се, да је у предгорју и Апенина и Динарских Планина, мада има и другчије схватање западне стране Динаре.

Предгорје једне планине може бити од истих геолошких формација, од којих је и планина саграђена. То је случај када су се набори поступно из њега издигли. — При јакоме набирању дешава се, да се

слојеви једне планине превуку и преко терена у њеном подгорју, који пре тога нису били у њеном саставу; тако су се неки покрови у Алпима навукли и преко „моласе“ у подгорина; а навлаке у Карпатима покриле су старије терене у њиховоме предгорју.

Где је набирање равномерно извршено, ту су постали једнообразни венци, то ће рећи, геолошки једнаки слојеви у њима су подједнако уздигнути. Када су у једној области неке боре више уздигнуте но друге, онда у оним вишим има слојева геолошки дубљих, но у мање уздигнутим борама.

Наборна брда карактерише набраност, кос положај слојева; а ако их се у њима нађе и хоризонталних, као у навлакама, тај им положај није првобитан. Првобитно хоризонталан може он изгледати у малим одсецима врло развучених крила и пљошних слемена набора. — Од начина набирања прилично зависе и неке морфолошке појаве: смењивање, грањање, верижање, сучељавање набора.

Већина је набора с почетка већ несиметрична, то јест у свакој су таквој бори две њене поле несиметрично стављене; а то с тога, што потисак за набирање долази с једне стране, па се боре неједнако стварају. Стога су многе планине једностране. Несиметрични су, на пример, Судети, Карпати, Алпенини. На Карпатима је спољна страна један доста равномерни лук од пешчара, а на унутарњој су страни лаве од угашених вулкана.

Симетрични крој планина рачунао се поглавито по симетричноме распореду терена поред једног средишнога појаса, у чији састав улазе обично кристални шкриљци. — За пример се наводе Источни Алпи, на којима и северно и јужно, поред главне вододелнице од гнајса, леже појаси од палеозојских слојева, по овима од мезозојских, и најзад по ивицама појаси терцијерних слојева. — У Пиринејима средња је зона од гнајса, гранита и палеозојских слојева; а по обема падинама прво су зоне Мезозоика, па Терцијера. — У доста симетричне планине увршћује се и Кавказ, мада су му појаси Палеозоика, Јуре, Креде и Терцијера на јужним падинама несразмерно шири но на северним.

Али тај средишни појас у планинама не мора бити од кристалних стена, већ и од слојева из неке млађе геолошке периоде, преко којих су други слојеви симетрично сложени. У планини Јури набирање није захватило и азојске шкриљце.

Дубина до које се врши набирање земљине коре некада је претеривана. Сада се мисли, да се набирање врши само у највишим њеним деловима, а да у дубинама не само нема тога збијања слојева, већ да услед велике топлоте може бити и истезања. Те хипотезе и њихово

тумачење, прелазе у област Геофизике. Геолошким фактима не противи се, пак, поставка, да је релативно танка она спољна зона земљине коре, у којој се врше интензивна набирања планина.

Ширина. Број венаца у једној планинској системи може бити врло велики, а према томе и њена ширина. Ширина се увећава када се венци развијају, а смањује када се спајају.

Дужина бора такође је врло различна. Ни једна бора не пролази целом дужином планине, ако је ова иоле повелика. У Јури, која је дугачка 220 км., најдужи набор има 162 км. Где је та планина најшира ту има 10—12 бора; на суженим деловима свега су 3—4 боре, а на крајевима само по једна.

Правац. Правац пружања веначних планина по правилу требао би да се подудара са правцем главних набора у њима; па тако у оште и бива. У још непрекројеним наборним планинама гребени су на антиклиналама, а долине у синклиналама; у прерађеним наборима може се десити и обратно (инверсни рељеф).

И на покровима веначних планина примећено је, да се протежу правцем пружања венаца; томе је узрок што су у њима поједини геолошки катови размештени зонарно као и у борама од којих су; и што се покрови одвајају од свога првога лежишта дуж прслина, чији се правац обично слаже са главним правцем набирања, то јест стоји управно на правац потиска.

И корени набора, од којих су покрови отргнути, иду паралелно пружању планине, а тако и њихови покрови (темена). По ожиљцима коренова слојеви су мање-више усправни, а у одвојеним пласама више су положени.

Правац у коме ће се наборна планина развијати не зависи само од правца хоризонталнога потиска, пред којим се слојеви набирају, већ и од успора, одбоја, на које набори наилазе. Примере за ово пружала би нека скретања појединих планина у алпискоме европскоме венцу, који је у своје развоју наишао на неколико успора. На Западу су Алпи наишли на отпор Централнога Платоа у Француској, који има подземне везе са масивом Дола, за који се претпоставља да се, иако мален, одупро надирању планине Јуре. — Старије планине, Вогези и Шварцвалд, могли би, по овој замисли, скренути Алпе ка Истоку, где их је сачекала и збила Ческа Маса. — Савијање Карпата приписује се старијим наборима на њиховој спољној страни: то јест Судетима, „Руској Табли“ и потонулим масивима на јужној им страни. — Централна маса Балканскога Полуострва могла је утицати на пружање и скретање набора у Динаридима, Пиндусу и Балкану.

Ти одношаји могли би се и овако представити: поворке млађих набора приљубљују се уз раније учвршћене масе. Западни Алпи приљубили су се уз Централни Плато Француске; Јура уз орајке Вогеза и Шварцвалда; Источни Алпи уз Ческу Масу; Карпати уз плоче у Пољској и Подољској; Балкан уз средње Балкански Масив и т. д.

На правац набора пресуднога утицаја мора имати правац од куда потисак долази. Узима се, да је орогени притисак долазио планинама са унутрашње им стране и да је у своме средишту био најјачи, па су стога планински венци у средини улубљени. И ако се ово свуда не потврђује, на пример на луку Трансилванских Алпа, Банатских брегова и Балкана, где потисак није ишао ка конвексној већ ка конкавној страни, — ипак се у опште може рећи, да орогени притисак и потисак долазе са унутрашњих страна наборних венаца. На тим су странама створене велике потолине, које су или и сада још испуњене морем (Јадран, Егејско Море и т. д.) или су сада суве низије (Ломбардија, Панонија, Дакија.)

По овоме изгледа, да је набирање проузроковао онај притисак, коме је набрана зона била изложена, а који се могао појавити и услед проваљивања поменутих басена.

Ова претпоставка оправдава поставку, да је правац и набирање набраних зона зависило: од положаја пласа које уз њих улежу и од размештаја старијих маса, које се одупиру новим наборима. Дакле: једне старије масе, пласе, биле би активне када улежу, а друге су активне тиме што чине отпор борама, које се крај њих уздижу.

Али све су ово још само претпоставке, које не могу да објасне све чињенице ни у једној истој системи набора. На пример, у Динаридима и Апенинима набори су полегли и пребачени ка морској потолини — а не ка копну.

И основна поставка, да новији набори скрећу са свога правца када ударе у старије масе, није без замерке; јер вели се: природни спољни обод швајцарских Алпи граничи са јужном ивицом швајцарске височине, а не са Шварцвалдом и Вогезима; а крајњи спољни набори у Алпима Јужне Француске набрани су много мање но што би по хипотези судара набора са успором требало да су. Ово и друга слична одступања од примљене поставке очекују истом своја објашњења.

Трајање набирања.

Ни једна повећа набрна планина није постала од једном, већ у неколико фаза. Те орогене фазе обично су јасно одређене дискорданцијама серије слојева, од којих је планина саграђена.

Ако је нов орогени потисак истога правца као и у претходној фази, онда ће се нови набори моћи добро сложити са претходним.

Ако ли је правац новог притиска кос спрам првашњега, нови набори не морају се подударати са старијим, мањ само делимично.

Када је нов правац управан на старији, правци бора ће се укрстити, а на месту укрштања биће суперпозиција њихових набора.

Нова орогена фаза може дати наборе не по раније набраној области, већ поред ње; тада ће у новој суделовати и слојеви млађи но што их има у првој, јер су ови сталожени пошто су први већ били уздигнути,

Ако се деси више поновних набора на једноме истоме, већ раније набраноме месту, онда ту постају врло сложене, замршене и згужване наборите масе.

На основу овде поменути тектонских одношаја међ разним деловима једне планине морало се напустити старо мишљење, да се нека велика планина могла створити само једним непрекидним процесом у једној уско ограниченој епоси.

Утврдило се мишљење, да су орогене дислокације дуго трајале, да су се набори стварали поступно, једно за другим, често и са подужим прекидима. Новија проучавања главних планинских система довела су до веровања, да се област будућих планина, тако рећи, за њих спрема издалека, у току многих геолошких периода. Верује се, да се већ и стварањем разних фазија и првим процесима набирања у напред спремила могућност за будуће покрове.

Дуготрајност набирања продужена је, кашто, и тиме што се поред готове планине продужило исто набирање и по зони њенога подножја. То сведоче по северном подножју швајцарски Алпа набрани конгломерати и пешчари, који су нагомилани од рушевина са покрива навучених по Алпима. Ова познија набирања, истога правца са главним делом уздигнуте планине, Сис је назвао посмртна набирања. Она не морају бити непосредно по ивици претходних, већ се најмлађи набори могу издићи и даље по предгорју, које ранијим набирањем није било дотакнуто.

На основу разложне претпоставке, да су тросови једна орогена појава а и факта да се ови, у извесним брдским областима, непрестано понављају, има разлога претпоставити, да се тамо орогени процеси и данас врше. Тросови у Грчком Архипелагу сматрају се као последњи одјаци дислокација, које су створиле басен Егејскога Мора; тросови у Андалузији доводе се у везу са отварањем Гибралтара и т. д.

Планинске системе.

Једна планинска система обухвата скуп наборних брегова исте грађе, истога главнога правца, исте геолошке историје.

У планинама Алпа ти се фактори прилично подударају; стога се оне увршћују у једну систему. Томе у прилог говори и прилично зонарни размештај геолошки једнаких терена; јер се те зоне далеко протежу у правцу главног протезања планине, просецајући и брда и долине. Оне задржавају доста добро своју једноставност и под покровима, који су преко њих навучени.

Свака повећа планинска система има више упоредних или неупоредних горских гребена, који нису морали постати сви у исто доба и који се могу и не поклапати са сходним тектонским елементима. У планини Јури географске и тектонске категорије поклапају се више но на другим бреговима: била су на антиклиналама, а долине у синклиналама.

Планинске системе разне старости могу да иду једна поред друге, а и да се обухватају. Старија система може да остане као оквир млађој, а може и да буде обухваћена млађом. Оквир млађих система може да подражава форму старије системе; на пример: лук Карпата сличан је североисточном одсечку вариститкога лука у Немачкој, који је негда био већи од карпатскога.

Масиви.

У сваком већем планинском појасу може бити малих или великих остатака од старије наборне системе. Ти старији комади у млађим системама јављају се као једна врста масива. Ово се име даје разним предметима. У петрографскоме погледу масив је неправилна еруптивна громада; у орографскоме се обично тако зове планина без једног главнога правца. Најобичније се под масивом разуме нека маса кристалстих шкриљаца, која може бити од искони непокривена млађим формацијама или је била покривена, па оголићена ерозијом и дислокацијама.

У великим наборним планинама масиви су од кристалстих шкриљаца, који леже обично у средини набора и лишени су свога омотача од млађих слојева. То су као нека језгра планине у снопу јако уздигнутих и срубљених бора. Такви су „централни масиви“ у Алимма: Сен Готард, Мон-Блан, Белдон, Пелву и Меркантор.

Као „масиви“ могу се појавити језгра полегнутих бора и прекрилних навлака. (Монте Роза, Симплон) а исто тако и језгра у покровима удаљеним од својих коренова (Ецтал, Силврема). —

Сви слични изданици кристалстих шкриљаца сматрани су за „централне масе“ набора; али узрок њихова појављивања на површини ваља у сваком случају брижљиво испитати, да би се тачно могли растумачити.

Слабљење и смањење набирања.

Најстарија набирања имала су највећу област. Управо рећи, сви архајски слојеви свуда су поремећени, набрани су. То се тумачи веро-

ватноћом, да је прастара литосфера била врло гилка, а и тиме што прво набирање није наилазило на чвршће успоре и друге препоне. Али већ од прекамбриске периоде јављају се, изнад архајских шкриљаца, слојеви који нису ни мало поремећени. А карбонско-пермски набори имају обим много мањи но претходни, јер су наилазили на већ велике некретне масе и окрете успоре. Тада су се на Земљи усталиле огромне просторије, на прилику „Руске Табле“, које су се одупирале свима познијим наборним потисцима. Такве стабилне области постоје још у Источном Сибиру, Хини, Северној Африци.

За време Мезозоика наборни процеси и њихови учинци у опште су врло слаби, али су се ипак појављивали као претече силних набирања, који ће у Неогену доспети до свога врхунца. Па и ови брегови из терцијерне периоде, мада су врло високи и веома распрострањени, захватају много мање области но брегови из карбонске периоде. Они су се набирали и издизали у релативно узаноме појасу, на дугачким а узаним синклиналама измеђ великих издигнутих и окрућених маса.

По свему овоме излази, да су орогени процеси, у току геолошких векова, све краће трајали, а да су периоде мировања измеђ тих фаза, анорогене периоде, бивале све дуже.

И област узастопних орогених акција постајала је све мања. Обим стабилних предела постајао је све већи, а лабилних све мањи. — Интересно је да се Париски Басен приказује као највише мобилна област у Европи.

Веза геолошких и орогених периода.

Орогени процеси јесу једна од главних карактеристика геолошких периода. Иако се стварање једне планинске системе могло протезати кроз две-три периоде, ипак се говори о њеној геолошкој старости, која се одређује временом када се извршило набирање њене највеће масе. Завршетак набирања одређује се старошћу потоњих седиментних слојева, који у њему нису учествовали, већ су остали у своје хоризонталноме положају.

Трансгресије и регресије мора, које су још важније карактеристике геолошких периода, стоје у извесној вези са развићем планина. Са овима су у вези и главне епохе стварања еруптивних стена. — Те три групе геолошких појава понављају се тако рећи периодски као неки циклуси.

Арат поставља ових пет циклуса: 1) прекамбриски, 2) старо — 3) средње — 4) младо-палеозојски, 5) мезозојско-кенозојски.

Примећено је и извесно смењивање фаза епирогенских улегања и орогенских издизања. — Стиле је израдио шему тих фаза у области доње Саксонске.

Преглед геолошке старости главних планинских система.

Ера	Периода	П л а н и н е
	Архајска	Прве ундулације целе коре; издизања прамаса: у темену Еуразије у Африци, Бразилији; штитови канадски, балтиски, ангарски.
Палеозојска	Еозојска	Даља набирања у тим прамасама.
	Камбрије	Хуронске планине (Северне Америке и т. д.).
	Силура	Сахариде.
	Девона	Каледонске планине (Ирске, Шкотске, Шпицберга и т. д.)
	Карбона	Алтаиди Азиски и Афрички. Аустралиски Алпи. Планине Арморичке-Варистичке (Херсинске).
	Перма	Урал. — Елеганске и Апалашке Планине.
Мезозојска	Тријаса	Кимријско и Саксонско набирање
	Јуре	Раседна брда у Немачкој.
	Креде	Прегосавски набори у Алпима, Србији и т. д.
Кенозојска	Терцијера	Камените Горе. Пиринеји. — Атлас. Анди. — Алпи. — Хималаји и т. д. Раседна брда у Немачкој.
	Кватернера	

Геосинклинале и орогенеза.

Геосинклинале су оне врло мобилне зоне земљине, које леже између две релативно стабилне масе, које су се стога у току геолошких векова стално угибале, па се у њима дубински морски талози непрекидно стварали, док у томе кориту није настао притисак, који их је набирао и у брегове издизао. Амерички геолози први су приметили и истакли, да се зоне најдебљих седимената поклапају са зонама великих набора, да се, дакле, планински венци издижу на месту некадашњих геосинклинала. То се потврђује и у европско-азискоме појасу алписких планина. Геосинклинале су, дакле, и орогене зоне.

На више места утврђено је, да се правац набране планине поклапа са осом геосинклинале на којој је планина уздигнута,

то ће рећи и са линијом највеће дебљине седимената. Али се по садашњој дебљини седимената у планинама не сме увек закључити, да су баш по њима биле највеће дубине геосинклинала, јер су садашњу дебљину могли дати и многоструки, једно на друго навучени покрови. Највеће морске дубине нису биле у геосинклиналама, јер би се тада у овима наслагали само пелашки, абисални слојеви. Међутим и у дубоким деловима геосинклинала створили су се талози батијални, то јест средњих дубина, а по њиховоме ободу, у исто доба, гомилаху се плитководне, неритске, фације.

Дно синклинала није остајало увек стално и једноставно; напротив, највеће су им се дубине померале, а и набирале.

Мисли се, да набирање геосинклинала почиње, када њено дно, улегајући се под све већим теретом седимената, доспе у регионе велике топлоте, ту се загреје, прошири, надује, постане пластично, па своју тако увећану запремину мора да набира.

Уз то, наравно, дејствује и бочни потисак коре. Боре, притиснуте уз оквиру синклинала, морају се све више уздизати и из мора излазити, док се најзад не испољи цела запремина негда ту морскога резервоара. И тако, на место геосинклинала постаје геодантиклинала; — из мора се издиже горски венац, који у њему постаје, те се стога и не види како се ствара.

Мислило се, да су се геосинклинале јако удубљивале у Океанима поред њихових обала, дакле поред континената, и да је ван њих дно Океана било плиће; али проматрања нису ово потврдила. Вероватније је, да су оне лакше улегале у узаним средземним морима између блиских континената. — Најважнија до сада утврђена геосинклинала било је корито старог Средземнога Мора, — „Тетиса“, које се, почев од палеозојских времена па све до у старији Терцијер, протезало јужном Европом и Средњом Азијом до Суматре. У таквим геосинклиналама постали су и седименти, који су набрани у циркум-пацифичним планинама Америке, Аустралије, Азије.

Циклус геосинклинала. — Претпоставља се, да геосинклинале имају један нормалан ток свога развића и нестанка и да се у томе развићу распознају ове фазе: 1) почетак улагања; па дуготрајно даље угибање, било непрекидно, било колебљиво, са огромном седиментацијом, са бочним померањем линије највећих дубина и стварањем секундарних синклинала у главној; 2) издизање, у почетку делимично, по дну, стварањем секундарних антиклинала по њему; затим поступно и осцилаторно издизање целе геосинклинала изнад морске површине; стварање планине са наборима, навлакама и т. д.; 3) раскидање уздиг-

нутих геосинклинала раседима, постанак раседних брегова и потолина и т. д.

Стара копна била су оивичена геосинклиналама, врло пространа, већином од непоремећених масива, са делимичним потолинама, у којим су се таложили плитководни, неритски, слојеви и то често с прекидима у реду наслањања. Облик тих старих континената сасвим је другачији од облика садашњих. Њихове границе су хипотетски повучене на основу података Историске Геологије, и то поглавито оних који указују на распрострањење батијалних и неритских творевина. У садашњем стању Палеогеографије узима се, да је у ери секундарној било ових пет Континената опкољених геосинклиналама те ере: 1) Северо-Атлантски; 2) Југо-Атлантски или Афричко-Бразилски; 3) Сино-Сибирски; 4) Аустрало-Индо-Малгашки; 5) Пацифички. Од ових су се до данас очувале земље Сино-Сибирскога Континета. Пацифички је сасвим хипотетичан; а од три остала има очуваних просторија у данашњим континентима. — И много пре мезозојских времена било је континената, али су били много мањи. Они су се развијали поступно, узастопним издизањем планина, чији су се појасеви један уз други приљубљивали.

Смањење обима земљиног. — Свака бора заузима на обиму земљином мање прострства, но што га је заузимала када су јој крила била хоризонтално опружена. По томе, свака наборна планина представља скраћење онога обима, који су њени слојеви заузимали пре но што су из хоризонталнога положаја поремећени и посавијали се. Из тога следује, да се и обим целе Земље морао смањити услед набирања њене коре и издизања планина. Хајм рачуна да се услед издизања Алпа обим Земље под њима смањило 4 до 8 пута. Сада они покривају 120 до 150 км. ширине, а могли су покривати 2—3 пута више онда, када су им терени били хоризонтални, а не скупљени. А када се узме на ум, да су Алпи понајмање планине, — да се Земља и пре њихова постанка непрестано скупљала; — да су се старије планине северно од њих скупиле можда за 1800 км.; — да тај процес и сада траје — онда се мора признати, да се обим Земље морао знатно смањити услед набирања планина, а да се и сада смањује. То је последица увек истог познатог узрока хлађења Земље: кора јој се збија зато што се њено језгро смањује, па се мора већ и због своје тежине по овоме повијати.

Ово вечито и лагано хлађење и смањивање земљиног језгра даје, дакле, повода свима дислокацијама, како хоризонталним тако и вертикалним, свима орогеним и епирогеним покретима на Земљи.

А услед смањења њеног обима мора се смањивати и њен пречник. Али све то бива у толико малим размерама, да се пречник Земље, за

време свих геолошких периода, није променио до неке знатне разлике од првашњега.

Мисли се, да се издизањем Алпа цео обим Земље смањило за 3⁰/₀, а њен пречник далеко мање од тога, ¹/₂⁰/₀ највише за 1⁰/₀.

V. ПРЕКРАЈАЊЕ БРЕГОВА.

A. ПРЕКРАЈАЊЕ НАБОРНИХ БРЕГОВА.

Прекрајање брегова наступа када им се склоп мења услед неких нових тектонских процеса; а промењују се с поља и услед саме ерозије.

Тектонско прекрајање је када готови наборни брегови подлегну раседању или новом набирању. Оно може бити или само делимично, или у већим размерама. То се дешава врло често. Стога су хомеоморфна чисто наборна брда изванредно ректа; ова су већином хетероморфна, то јест уз дислокације под хоризонталним потиском, које су им дале наборита узвишења, десиле су се и вертикална померања и раседања. Дуж највећих европских верижних планина јавила су се раседања, провале, и то поглавито на јужним странама Алпа и Карпата. По Карпатима и Апенинима, изнад таквих дислокација, искуљале су велике масе еруптивних стена.

Раседи не иду увек овако упоредо са главним билом планина, већ и попречке и косо, па комадају венце на попречне пласе и коесе (кулисе).

Услед многих раселина и наборни су брегови раздрузгани. Има их који су толико испарчетани и збрисани, да су од њих остале само мале пласе на којима се наборита структура скоро и не познаје. Антили су низ таквих одломака једне наборне планине.

Једном набрани предели већ су тим првим набирањем постали збијени, чврсти и крути, па не би требало да се могу још поново набирати. Али има доказа, да су на старим (карбонским) наборима у Бретани, правца ЗСЗ, постали млађи, правца ИСИ, а у Немачкој да поред бора главнога херсинскога правца СИ, посташе мањи набори правца СЗ. Сличнога има, мада много ређе, и у млађим планинама, на Алпима и у Пиринејима.

Накнадним покретима могу да се и покрови (шаријаже) не само раседају већ и набирају.

Познијим покретима могу старије и изатрвене наборне области да се опет уздигну у брегове, па су то оне сада опет и у морфолошкоме смислу речи, а не само у тектонскоме. Мирујући неко време у низинама, оне су могле бити покривене млађим хоризонталним слоје-

вима, па са њима, стратиграфски подмлађене, услед нових потисака набирати се и јавити се као тектонски подмлађени брегови. Ако су се преко абрадиране површине наслапали нови слојеви, и заједно са старијим набирани, онда ће се слојеви у старијој и млађој групи неједнако одупирати новоме притиску. Један исти слој нове серије, упурући у главе старијих слојева неједнаке отпорности, може неједнако притиску одолевати, па ће се по њима неједнако и дислоковати: његова ће структура постати сложена, сложенија но у подлози. Кад је таквих слојева много, и то разноврсних, и када се потисци понављају, онда тај део набора добија необично сложу архитектуру.

Промењивање и разорење брегова ерозијом. — Ерозијом се сви брегови на Земљи измењују и разоравају. У коме степену то зависи од два фактора: од брзине и јачине издизања брегова и од јачине ерозије. Може се рећи, да ерозија почиње одмах када и издизање, и да су се одржали само они брегови, који су скорашњи и код којих је орогени процес још јачи од ерозионог. — Да би се разорење брегова у целини боље разумело корисно је погледати, како ерозија дејствује на поједине њихове делове, на боре, раседе, навлаке.

Боре се комадају на врло разне начине. Када слеме препукне разрију се врхови слојева у њему, па на место антиклинале може у њој да постане антиклинална долина, као што су, на пример, Зелени Пасови у Црној Гори. Долина се може изрити и по падини боре, дуж њенога пружања, остајући у једној геолошкој зони; а може и попречке, при чему открива профил слојева у борама. Исто тако може да се развије долина и у изоклиналама (изоклинална долина). — Ерозија може бити тако упућена, да разори крила синклинале и да у њеном кориту измоделише узвишење, брег.

Такво претварање тектонскога брега у долину и тектонске долине у брег зове се: преврат рељефа (инверзија).

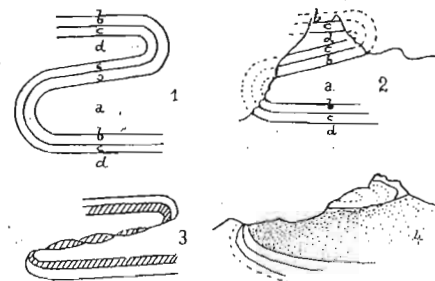
На еродираним крилима бора виде се обично по две геолошке једнаке зоне са обе стране једнога старијега појаса у средини.

На крају боре те су зоне уједињене око њенога језгра. Ако је бора кратка и коритастро уваљена онда се око језгра, које је у овом случају геолошки млађе, виде упоредни концентрични прстенови од појединих старијих слојева.

Навлаке су одвојене од својих коренова не увек тектонским раскидањем, већ и ерозијом спојних делова. Ерозијом се дакле може формисати и већи покров и мали навлачак, и то сасвим близу свога

корена. То вреди и за оне навлачке, гвоздове, (Klippen) који су раније тумачени као пробојци, као становни изданци старијих врхова, обложени млађим наслагама. Ни они не морају бити увек далеко од свога корена. Ерозија разбија и чело навлаке, те се оно тада и непознаје. (Сл. 55. 1. 2. 3. 4.)

Окно (око, „прозор“) може се назвати оно место на покрову, где му је ерозија разнела његову грађу, па ту кроз његову дебљину отворила поглед на становиту му, аутохтону, подлогу. У окнима се, дакле, испод геолошки старијега, навученога терена појављује млађи, који је остао на своме месту. По размештају тих разголићења познаје се, да су се десила више на испупченим, но на нижим деловима покривача, јер је механичка снага ерозије на истакнутијим местима јача но на пљоштијим.



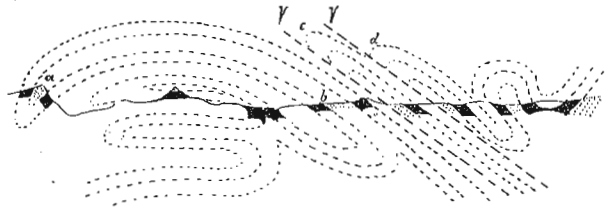
Слика 55. Промењивање једног полегнутог набора.

1. је шема непромењене полегнуте, двоструке боре. — 2. је њено појављивање у брегу који је од ње састављен; ерозија брега однела је највише сводове (темена) обе боре. Доњи део брега створен је од катова dcb , дакле у изврнутоме реду старости; у средини су узастопни катови $abcd$, а на врху је млађи кат c испод старијега b . — 3. показује како се стањује, разбија и развлачи средње заједничко крило у полеглој двострукој бори. — 4. показује како је врх брега један остатак (навлачак) од намакнутог покрову, који је ерозијом одвојен и удаљен од свога корена чији се изданак види на левој страни брега.

Разоравање наборних брегова у целини многократно се понавља ово што је наведено за поједине облике њихових делова. Оно се врши стално, мада не свуда и увек подједнако. Када скуп свију фактора ерозије и денудације надвлада процес издизања неког брега, онда овај може да се сатре до подножја, па да на његовом месту постане тобожња равна, пенеплена, (Fast-ebene), „тобожња“ за то што се испод заравњене површине налази грађа бившега брега. Разривање брегова до пенеплене амерички геолози приписују ерозијом дејству поглавито река. Али се не сме превиђати и суделовање других сила: мраза, кише, ледника, хемискога распадања.

Разорени наборни брег, чија се заравњења површина није више издизала зове се афани („невидљиви“) брег. Има их доста у Северној Европи, Финској и Ческој, где су били онај старији брегови. Младе горе нису се још нигде сатрле до пенеплене. Пенеплене су, дакле, знак и доказ велике старости терена на коме су развијене.

Трупина. Када ерозија срубви само главе, врхове и гребени бреговима, а још им остаје трупина, онда постају зарубљени брегови, којима заравњена површина даје облик: плоча, столова и платоа.



Слика 56. показује до које мере може да се заравни једна наборна планина. Извучена цела црта показују њену садашњу површину и оно што се на њој може проматрати, а линије с тачкицама означају реконструкцију бора, које су изатрване изнад абразионе површине. *a* је теме једне далеко прекрилне боре; — десно од ње плоча (црно), која није првобитно хоризонтална као што изгледа, већ је део хоризонтално лежеће боре; — код *b* настају серије нормално и супротно поређаних слојева; *V* и *V* су наборни раседи са понављањем нормалног реда слојева у *c* и *b* (структура „краљушти“).

Најчвршћи делови брда, који се ерозији јаче одупиру, стрче по трупини као заостатак коштуњаве главичице, камаљи (Мопадпоск) и т. д.

Трупине се могу наћи у разном стадијуму и на разним висинама, а наравно највише у домашају највећих ерозивних сила.

Срендисаних трупинских брегова (Rumpfgebirge) има доста по разним планинским областима, и старијим и млађим. У нашим крајевима лепи су примери у Далмацији, дакле у алпиској планинској системи брда. Промина је међ њима најистакнутија. Највише их има по остацима карбонских набора у Средњој Европи: у Француској, Немачкој и Ческој. Има их на Уралу, Тијеншану, на Елегани и т. д. Како су ове трупине у старим наборним планинама не само ерозијом зарубљиване, већ и вертикалним раседима испоодвајане, то се оне могу рачунати у велике тиморе. Сис их је назвао наборити тимори, за разлику од оних у којима су слојеви ненабрани, табличасти.

„Старе масе“ зову се и остаци некада високих па јако денудованих брегова. Оне се стављају на супрот, наборним веначним планинама за то, што се не протежу у дужину нити целином, нити својим зонама. Старе се зову већ и за то, што су се поред њих, а кашто и по њима, издигли млађи набори. Сматрају се обично као чврсти делови земљине коре, који дају јак отпор млађим борама, па се ове од њих одбијају, повијају и свој даљи правац промењују.

Орогени поврати. Зарубљене наборне области, било да су савим пенеплене, било да су још узвишене као брда, могу подлећи новим

орогеним процесима, издизању и раседању, па дакле и новим фазама ерозије. Овај се циклус може понављати и неколико пута у истој области. То сведочи историја неких детаљно проучених трупина у области херсинских планина, где је доказана смена десетак фаза орогених и ерозионих, и то са варијацијама како времена трајања, тако и јачине процеса и величине његова захвата. Обим нових акција мањи је од обима, у коме су се извршила првобитна набирања планина.

Харц је један мали образац брдске масе, чија је историја постања доста сложена. Поједине фазе те историје могу се овако резумисати:

1. карбонско набирање велике средње-европске системе планина;
2. издвајање појединих области из главнога веначнога лука дугачким попречним дислокацијама (СЗ—ЈИ.);
3. разривање и зарубљивање тих наборних тимора;
4. улегање с трансгресијом;
5. покривања зарубљене пенеплене новим морским слојевима;
6. ново издизање;
7. нова ерозија и то у толикој мери, да су се испољили и делови карбонских набора;
8. опет ново издизање и у већем обиму но претходно;
9. ерозије до пре-олигоцене површине трупа;
10. у десетој фази накрену се та површина и Харц се издиже до садашњег облика;
11. садашња ерозија.

Овај пример показује, како је дуга и врло сложена историја постања и само једне планине, дуга и сложена и када геолошки састав планине није врло сложен и када она не захвата врло велику област.

Б. ПРЕКРАЈАЊЕ РАСЕДНИХ БРЕГОВА.

Промењивање ових брда тектонским процесима, то јест, прекрајање у правој смислу ове речи, теориски је сасвим могуће; али у ствари још нису познати повећи раседни брегови, који би наборима или раселинама били скроз прекројени. Виђа се један од најпростијих случајева, који у исто доба и најмање мења старији облик, а то је да су старије раселине пресечене млађим. Примећено је по негде, да су се дуж старих раселина поновили исти покрети. Али то обоје само у неколико појачава или слаби ранији склоп брегова, а не да их осетно прекраја.

Највеће су се промене десиле на оним раселинама дуж којих су се појавили вулкани, па својим производима увећали постојећа брда и дали им нови облик. Нова су брда двоструке генезе; постала су, дакле, хетероморфна.

Разорење раседних брегова ерозијом врши се, у главном, као и на наборним бреговима. И овде је оно прилично њиховом тектоником упућено. И овде оно зависи, сем осталих фактора ерозије, од висине брегова и чврстине њихових стена. И овде разорење може да иде до стварања разних површи, чак и до пенеплена. И овако умртвљени раседни брегови могу да подлегну новом орогеноме дејству, да се издигну и изложе новом циклусу ерозије.

Тимори и ровови могу ерозијом толико да се промене да на место њихово постану морфолошки супротне им форме: на тимору да постане долина, а у рову (потolini), ако не прави велики брег, а оно избрежак. И ту је преврат рељефа.

И тај нови рељеф подлежи новој фази ерозије. — Једностране степените раседе ерозија може сасвим да уједначи или да им очува по неки знак да их је негде било.

VI. ЕРОЗИОНИ БРЕГОВИ.

Почем на свима бреговима ерозија има великога утицаја, то би се ерозивним имали назвати само они брегови, који су постали једино скидањем и однашањем земних маса, дакле најпростијом денивелацијом, под утицајем само спољних сила. Али у ствари, ни у овом случају нема чисто ерозионога брега, јер да би главна ерозиона сила могла радити, а то је текућа вода, треба већ да има неко узвишење за њен напад; а узвишење је на Земљи могло постати покретима, који издижу континенте и брегове.

Рад сила које стварају праве ерозионе брегове и моделишу и све остале брегове, детаљно се изучава у Геоморфологији, а многа су дејства изложена у овој књизи, у Геодинамици. Стога има разлога да се овде учини само неколико напомена о неколико случајева.

Спољне форме ерозионих брегова јесу полице, висоравни, степени, гребени, купе. А грађа им је од разних стена у разном положају. Како исти облици и називи постоје и за брегове који нису ерозионога порекла, то им се за разликовање додаје да су денудациони.

Денудациони степени постају тамо где се дебели, тврди банци смењују са меким слојевима. Тврди су право засечени и стрче, а мекши добијају блажији нагиб. — Ерозија се није морала изводити подједнако и непрекидно, већ на махове, обележене, на пример, и новом седиментацијом, па, може бити, и тектонским покретима у целој

области, због којих се у њој мењају ерозионе базе. Ова је појава врло честа, и од значајних последица за развијање пластике на површини Земље у опште. То значи, да процес ерозије, који је по изгледу прост, може да буде и доста компликован.

Денудациони гребени постају на изданцима косо нагнутих, чврстих слојева. Слојеви су сложено нагнути у једноме правцу, па су и гребени моноклини.

Денудациони столови постају разуђивањем неке планинске висоравни, саграђене од положитих или благо нагнутих слојева. Издвојени столови све ће се више смањивати, што се више развија речна мрежа, а са њоме и ерозиона област. Честа мрежа текућица од негда једноставне плоче гради многа брда, која су у толико више разнолика, у колико је више неједнака отпорност стена ерозији. — При ерозији једне плоче често по њеним крајевима остају неразривени и незбрисани брешчићи, „сведоци“ некадашњег распрострања плоче.

Није то само ерозија текућих вода, која гради неједнакости где их није било, већ то могу да произведу и ветрови и ледници; али су обе ове категорије од врло малога значаја по постанак брегова у опште.

VII. РАЗМЕШТАЈ ПЛАНИНА.

Подробно проучавање историје појединих група брегова, као и њихов размештај по Земљи, треба да буде после Историске Геологије, јер је историја сваке планинске системе врло дуготрајна, а грађа им врло компликована, и јер су се фазе постанка, промењивања и подмлађивања планина поклапале са стратиграфским фазама, чије су се ознаке задржале често на планинама. Овде, у Орогенији у опште, ваља само истаћи главне одношаје планинских система, приближити оне које су у геолошкој вези и раздвојите оне које у ствари немају тих веза. Овај кратки преглед груписања планина могао би се учинити по њиховом географском размештају, или по начину постанка, или по времену издизања. Као најбоље у нашој се науци за полаз узима онако груписање планина, како га је предложио Е. Сис. Мада су доцнија детаљна просматрања и нова домишљања истакла многе измене и допуне, његове се основе као и његова номенклатура још задржавају. Али ни после свих новијих ревносних геотектонских истраживања још се нису тачно означиле границе етапа по којима су се развијале планине, дакле и рељеф Земље, коме оне дају основно обележје. Границе појединих ступњева јесу хронолошке и географске, а обе те врсте није сада

ласно повући, јер су им, у току геолошких времена, материјални представници врло много поништени. Ваља се, дакле, задовољити главним потезима. Истићући хронолошки ред издизања и област главних планинских система, ваља, ма и овлаш наговестити и размештај континената, мада је то, при садашњем стању Палеографије, истом почело да се наслућује.

Груписање планина Сис је извео на основу њихове геолошке старости и то по реду како су се оне у Европи издизале, допуњујући то и ваневропским планинама, у колико су ове у оно доба биле познате. По старости набирања, европске планине скупио је у ове четири групе: архајске, силуро-девонске, пермо-карбонске и терцијерне, којима су дати називи: хуронске, каледонске, херсинске, алпске, планине по старим називима области пошав са Севера на Југ, како су се оне и у току времена издизале.

Архајско или препалеозојско и хуронско набирање оставило је своје трагове у најдаљем куту северозападне Европе, на Лофотима, Хебридима и на северо-западноме крају Шкотске. Тамо су набрани најстарији гнајси, а преко њих положито леже следећи слојеви најстаријега Палеозоика, међ којима се налазе и кластичне стене (конгеомерати и пешчари), што значи да је већ тада било и копна у близини. Вероватно је да је архајско набирање обухватало целу земљину куглу, јер се дискорданција Палеозојика спрам Архаика види и у Северној Хини, Колораду, у Јужној Африци и т.д. Највише сада виднога простора од ове архајске масе остало је у Северној Америци и Северној Азији: али, наравно, да садашњи њихов изглед није првобитан, већ је дошао од познијих дислокација и разних других утицаја. Набори су потискивани већином у правцу С.З. Разорени су већим делом још пре камбриске периоде. Име „хуронско“ дошло је од језера Хурона у Америци, око кога су ови набори били много развијени. Те су масе назване прастаре масе, архајска језгра и хуронски масиви, јер су оне одиста у средини најстаријих континената. Најстарији, палеарктични континент, простирао се, дакле, као неки појас око Севернога Пола, од Канаде до краја Азије. По његовој ивици очували су се трагови хуронских набора и трагови првобитних ерупција.

Прастаре масе, које се често помињу у Геологији појединих области, то су ове масе у исконскоме језгру континената, у језгру „исконских масива“. Њих има по целој Земљи. На северној хемисфери имају два региона таквих маса: у северноме појасу Еуразије и Северне Америке. Сис их је назвао штитовима и разликовао: 1) канадски или лаурентиски, који обухвата

Канаду са Гренландом, 2) балтиски у северној Европи и 3) ангарски у Северној Азији.

Као представници и изданци таквих региона могла би се, сматрати гнајсна језгра у теренима Бретање и Централног Платоа у Француској, у Ческој Маси, у Јужној Русији, у Централној Маси Балканског Полуострва и т.д.

На Југу су прамасе у Африци, Арабији и Мадагаскару; можда и у старој маси индиске области Гондавана, у Јужној Америци (Бразилија), у Аустралији. — Јужне су прамасе јасно одвојене од северних оном слабином Земље, по којој сада има много трусова и вулкана, и дуж које се створише најмлађе планине.

Најзад, постоји и антарктична прамаса која је онајвећа

Каледонско набирање вршило се поглавито за младо доба Силура и продужавало до средине Девона. Од планина тога доба остале су трупине у Северној Европи: Велсу (стара Каледонија), Ирској, Шкотској, Норвешкој; на Гренланду, Шпицбергу, у Балтиској Области. У Африци су се тада издигли Сахариди. У Северној Америци изишла је на суво већина земље источно од Камених Гора; на месту Апалаха промолило се дугачко острво.

Каледонски појас копна пристао је уз старији, прекамбриски појас. На њему се види, да девонски Црвени Пешчари леже сложено са силурским слојевима, са којима су заједно и набрани. У Шкотској, у Хајланду, има назлака гнајсна по Силуру.

И у каледонским наборима има истодобних еруптивних стена. Примери су у Енглеској.

Херсинско набирање било је у главноме за време стварања горњег карбонског терена. Оно је у целој Средњој Европи уздигло планинске венце, који су били огромни, бар као садашњи Алпи, али су се после веома смањили. Од тих карбонских планина остали су масиви: у југозападној Енглеској и Ирској, у Бретањи (арморичка система) и Немачкој (варистична система) која обухвата Шварцвалд, Оденвалд, Шкриљасте Трупине око Рајне, Харц, Тирингервалд, Франкенвалд, Ерцгебирге и Судети. Од њих су Ческа Маса, Централни Плато у Француској, старе површи у Шпанији (Мезета), неки централни масиви у Алпима, централни масив Балканског Полуострва, старе масе у Русији, Урал. У Азији ту спада Алтај са другим Алтаидима, који обухватају архајско језгро Сибира. У Америци је то у пределу северно од Камених Гора и Елегани; а у Аустралији на њеној источној ивици.

Херсинско је набирање трајало по негде и за време Перма.

Садашња пластика тих планина резултат је познијих дислокација и ерозије. Нове су се дислокације, кашто, управљале по старим дирек-

тивама, те су ти брегови „посмртно“, постхумно, препорођени по староме плану.

Херсинска набирања била су поступна и трајна. Прве боре створише се на северу ове зоне, те се ту јавише дискорданције измеђ појединих катова карбониферскога терена (измеђ вестфалског и стефанскога ката). За тим јужно од тога посташе басени, у којима се нагомилао камени угаљ.

Херсински набори ширином својом увећали су појасеве суве земље од старо-палеозојских и архајских набора. Континенти су све више расли. Први, палеарктични континент проширио се у Европи до ондашњег Средземнога Мора („фузулинско море“), у коме се истицало велико острво састављено од Шпаније, Балеара и Корзике.

У томе времену увећао се и Јужни Континент (острални), који се, као и његов северни парник (бореални), протезао од Запада ка Истоку. Тада је он обухватао Бразилију, Јужну Африку и Аустралију; а после се проламао, комадао и, по Најмајеру, поделио на две земље: бразило-етиопску са апофизом индо-малгашком и на земљу сино-аустралску.

По Сисовој деоби планина претпоставља се да никаквих набирања није било за време Мезозоика. Међутим је утврђено, да их је било бар у области херсинској за време Јуре и Креде, и алпској области при крају Креде. — У Немачкој се познаје, да се нека карбонска брда (као Ерцгебирге) нису више прекрајала, али да су друга била у тектонскоме покрету при прелазу из Јуре у Креду, из Креде у Терцијер, и из старог Терцијера у млађи. Мезозојска набирања херсинских маса, нарочито оно у временима кретацејским, у Немачкој су названа саксонска набирања.

Алпско набирање.

Набирање планина алпске системе започело је при крају Креде, трајало је интензивно за време Терцијера, по мало у Кватернеру, а продужује се, вероватно, неосетно и у садашње доба. То је дакле скуп најмлађих планина на Земљи.

У Европи ове почињу на шпанским обалама Атланског Океана, одакле један крај иде у Северну Африку, а други, главни, чини Пиринеје, Јуру, Алпе, Апенине, Карпате, Балкан, Крим и Кавказ. — Један крај алпскога појаса налази се у Малој Азији; а главни иде на Иранску Височину, Индукуш, Памиру, са облуком Тијаншан, а са главним наставком у Хималаје, Каракорум, Куенлин и Тибетску Височину, одакле се креће на Ј. на Бирму и Малајско Полуострво, па на острва Сунда, Суматру, Јаву. Ту се појас нагло повија ка СИ. и обухвата ројте острва

испред источне обале Азије, од Борнеа до Камчатке (Филипинска, Формоза, Јапан, Курилска). Преко Алеутских Острва појас алпских набора прелази у Северну Америку, захвата јој земље по западној обали, иде у Мексику и Средњу Америку, где за неко време скреће нагло на СИ. ка луку Антила; после се наставља јужно-америчким Андесима све до краја континента.

Све ово указује на значајан и још довољно нерастумачен факт, да су најмлађе планине збијене скоро само у једну зону изванредно великога распрострањења.

Сис мисли, да после алпскога набирања и изван њега није било више набирања, али да има вертикалних померања дуж раседања и да има континенталних, епирогених покрета.

По Сису се обично мисли, да су алпски набори, као и преходни им херсински и каледонски, локализовани по зонама истога имена. Међутим се зна, да у алпској зони има сиперпозиције све те три системе набора, а у херсинској, сиперпозиције херсинских по каледонским наборима.

По Сису би директрисе старијих набора утицале на правац пружања нових. То је вероватно само ако се при тим посмртним наборима креће прво подина у свом првашњем правцу, тако да овај даје правац и горњој пластичној маси. Ако ли је нова маса сталожена по старој планини, која је абрадирана до хоризонталне (пенеплене), онда се не види разлога, зашто би правац потоњег набора био у узрочној вези са правцем набирања старе изатрвене масе.

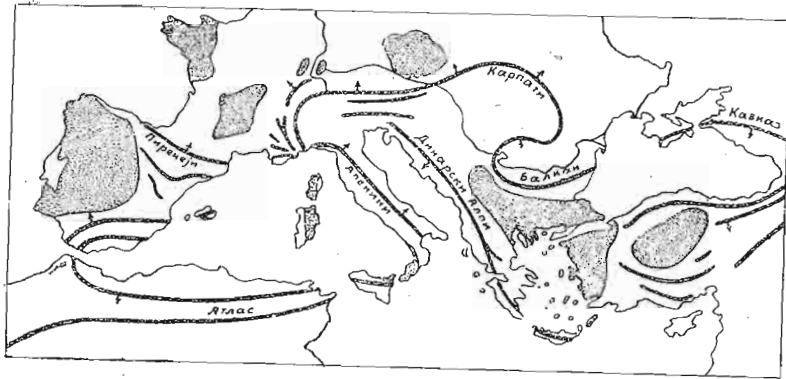
По структури и повијању појединих планинских система, нарочито по кретању прекрилних бора и покрова, види се, да је главни потисак у свима орогеним периодама долазио с Југа. Али се зна, да је у појединим деловима мањих размера у Европи, а по Азији у опште, главни потисак био ка Југу.

Е В Р О П А

Од европских планина приказаће се овде само оне, које спадају у алпску систему (Сл. 57), јер су ове понајвише распрострањене по нашим земљама, а њихова је грађа највише проучавана. Из првога разлога споменуће се овде и српско-хрватска маса, иако је њено издизање старије од алпскога. За све планине навешће се само главне тектонско-хронолошке, а у неколико стратиграфске карактеристике, и то у колико оне нису, као примери, већ напред помињате у општем делу ове књиге о постанку планина

Пиринеји.

Овим планинама сматра се да почиње алпска система у Европи. То је један велики збир набора, који се протежу правцем З-И, дакле исто као и главно било планине. Те велике уздужне боре укрштају се са мањим борама, чији је правац С-Ј., те тако планина изгледа као да има једну главну ртењачу и по њој многа ребра. На местима где се укрштају слемена једних и других набора избиле су велике масе гранитоидних стена, после којих су изишле масе еуфотита и серпентина, карактеристичне за Пиринеје. А на местима где се укрштају синклинале постале су потолине, у којима су сталожени врло млади геолошки слојеви, којих иначе нема по Пиринејима.



Слика 57. Размештај директриса млађих горских венаца у Јужној Европи, Северној Африци и Малој Азији (црне линије) и старих маса међ њима и изнад њих (сиве перге).

Средишни делови Пиринеја набрани су за време Тријаса; неки и пре тога за време карбонско. Главно пак набирање почело је у Еоцену, а најјаче је било за време Олигоцена.

Смењивање зона од примарних терена са зонама мезозојским и ових са еоценом, тумачено је пређе претпоставком врло многих раселина. У новије доба доказано је, да то долази од многих из даље навучених покрива, од којих су неки са катовима од примарних терена, а други од секундарних.

Сем Пиринеја у Шпанији је алпска система представљена и Бетским Кордиљерима, који имају свога продужења у Атласу Африке.

Јура.

Јура се обично наводи као пример прости наборне планине без великих дислокација и без покрива. Раније је речено из колико је

великога броја синклинала и антиклинала она сложена, и како су те боре често симетричне и праве, а често косе и изоклине. Главни правац пружања им је ЈЗ—СИ, а наборни притисак ишао је правцем ка СЗ.

Прве антиклинале, то јест оне до Швајцарске височине, јесу највеће и најјаче набране, са крилима усправљеним. Идући даље, боре су све мање стиснуте, тако да наборитост, тако рећи, ишчезава у долини Соне у Француској.

У борама Јурске планине суделују слојеви из периода Тријаса, Јуре, Креде и Олигоцена (моласа); то сведочи да је главно набирање извршено после првог дела Олигоцена. Ти исти слојеви моласе остали су непоремећени под Швајцарском височином, док их није захватило посмртно набирање Алпа.

Алпи.

Алпска система планина у широком смислу речи, постала је у геосинклинали, која је била између некадашњих континената: Североатланскога и Афичкога. У ужем смислу речи, Алпи су они планински венци, који су постали по северноме делу те геосинклинала, док се планине издигнуте из њених јужних региона зову Динариди, Апенини и т. д.

У грађи Алпа истичу се ова главна обележја:

1. зонарни распоред основних формација, јер су ове постале у басенима доста правилно дуж њиховог главног правца пружања, дуж кога су се и планински венци издизали;

2. полагање и посувраћање бора пошав од осе геосинклинала ка Северу а у неколико и ка СЗ., то јест ка спољнем ободу алпске системе, ка међи херсинских набора;

3. појава многих покрива, који су, откидајући се од својих коренова, простирани се такође поменутим правцима; који су се много комадили у мање пласе и чалије, изатирани а често издубљивањем отварају кроз целу дубину и дебљину своји катова до подлоге на којој су „прозори“.

По Алпима би се могле разликовати у првоме реду ове области: 1) аутохтоне масе, то јест оне које су на своме месту остале пошто су издигнуте; 2) области покривача, који су издаље навучени; 3) области коренова, од којих су се те навлаке откинуле оставив их у стрмоме положају. У овој области виђају се еруптивне громаде, које су се могле појавити и пошто су се од њих навлаке откинуле.

Покрови се разликују од аутохтонога терена на коме су, а и међу собом: и по петрографскоме саставу, а и по фосилним фаунама које садржавају. То су, дакле, фацијално разне творевине, које не леже једна поред друге, као у времену стварања, већ једна преко друге.

Првобитно лежиште масе покроба мора да је од њих врло удаљено, јер су у њима фације врло различне. Та велика удаљеност коренова казује, да је снага која је покриваче довукла морала бити и врло јака и дуготрајна.

Састав, величина, број и време постанка појединих покроба врло су неједнаки по разним регионима Алпа. Најсложенији тип Алпа може се овако представити:

I. Област аутохтоних, централних масива, који су набрани већ у карбонској периоди, и који су млађим теренима дискордантно обложени. (Аар, Сен Готард, Монблан, и т. д.) Из њихових облога могли су постати неки покрови; преко њих су јамачно неки од следећих покроба пролазили (покрови под 2, 4 и 5), а други су се пред њима заустављали.

II. Области покроба, који су се довлачили с Југа, узастопце препокривали, и све даље наткриљавали, остављајући своје коренове далеко, кашто по више стотине километара. Коренови су негде видљиви, негде су утонули дуж раседа, некад су ишчезли услед ерозије.

1. Хелветске навлаке сачињавају Швајцарске и Савојске Алпе; оне потичу из масива Ааре, имају очуване видљиве коренове.

2. Пенински покрови јужних централних масива са борама гнајса и њима конкордантних „сјајних шкриљаца“ (schistes lustrés) (Граубинден, Тесин, Валис, Бријансоне).

3. Лепонтиски покрови, чији су коренови јужније од претходне зоне. („Преалпи“, гвоздови око Фирвалдштетског Језера, Шабле и т. д.)

4. Покрови Источних Алпа, који се шире по јужној зони Централних Алпа до севернога краја Алпа. Коренови су им далеко на Југу у следећој планинској области. Карактерише их фација источно алпскога Тријаса.

III. Област Динарида, о којима ће се говорити у засебном, следећем члану.

За варијације структуре Алпа у појединим областима служе ови примери.

У Западним Алпима поред аутохтонога тла, француски геолози разликују осам катова покроба, који нису једноставни, већ се могу рашчланити, а који се увршћују у хелветске и лепонтиске покрове. — У Швајцарским кречним Алпима Хајм разликује два доња, преалпска, покроба и три горња, источно-алпска. — У североистичним кречним Алпима Ог разликује четири покроба, који су изнад покроба лепонтиске серије Западних Алпа. — У Источним Алпима, а имено у горњој Аустрији и Штајерској, Улиг поставља: два источно-алпска, три лепонтиска и хелветске покрове.

Тешкоће и несигурности ових класификација навлака по Алпима долазе од разних узрока, као и тешкоће штудије Алпа у опште: корени су већином непознати; — правац набирања и превлачења покроба и ако је у главном ка С. и С. З. бивао је и ка З. (у Западним) и ка Ј. (у Јужним Алпима); — седименти су врло различни; — еруптивних стена има и старих и младо-палеозојских и мезозојских и терцијерних; — набирање и раседање вршило се у многим фазама, и понављало у једној истој већ дислокованој области, и најзад, фазе набирања и дислоковања нису подједнако изведена по целој алпској системи.

Епохе набирања Алпа јесу: А. почетне: карбонска, а у неколико и пермска, и пресенонска; В. главне: олигоцене и рано-миоцена, С. потоња: олигоцене, а у неколико и кватернерна. Препокривања су почела и у највећој мери извршена за време горњег Олигодена. „Постимна“ набирања захватила су и флишне пешчаре и конгломерате, који су постали распадањем покривача алпских.

У једној истој орогеној епоси могла се је мењати јачина дислокационе снаге. Тако, у главној епоси набирања разликује се седам узастопних ступњева, од којих су први дали врло мало уздигнуте и пљоште сводове, а последњи најјаче притиснуте, лепезасте наборе. У једној после-миоценој фази стињени су јако и раније већ доста стињени коренови, уздигнута је и наново набрана централна маса (Монблана, Сен-Готара, Ааре), набрале се и полегле боре, а покрови су потиснути и на зону моласе у подгорју Алпа.

У области европских алпских планина има старих маса које се јављају као нека острва међ заталасаним деловима коре земљине. То су Средње Горе у Шпанији, Сардинија и Корсика, старе брдске масе у Банату, Срему, Славонији, Хрватској, Србији и Тракији.

Велике депресије у алпској европској области јесу: долина Паде, Панонски Басен, Црно Море, и други делови Средземнога Мора.

Мада су Алпи најбоље проучене млађе планине, ипак се осећа повелика несигурност овде изложених садашњих, најмодернијих поставака: о времену и начину постанка њихове садашње структуре, о њиховом тектонском прекрајању, о одношају њихових појединих делова и њихове целине спрам других европских планина и т. д. О овим питањима постоје разлике у мишљењу не само између појединих стручних геолога тектоничара, већ и колебање мишљења једнога истога и најврснијега стручњака, какав је био н. пр. Сис, а да се не помињу други такође изврсни, познаваоци планина. И најсмелији геотектоничари



признају, да данашњи наши погледи на орогенију Алпа нису сасвим сигурни, дакле да су привремени. То ће још више вредити када се пређе на друге планинске системе, које су мање познате но Алпи.

Апенини.

Запознели су се на Западним Алпима преко једног заостатка кристаластих шкриљаца, чија улога још није растумачена.

Појас њихових набора био је укљештен између земље Адријатиса, која је доцније потонула и старијега масива Корзике, Сардиније, Елбе и т. д. Набирани су највише у Еоцену и Миоцену.

На јужном крају унутрашње стране, где је потолина Тиренскога Мора, има јаких, врло активних раседа, на којима има живих и угашених вулкана и честих трупова. Спољна страна, окренута Истоку, пружа се од Болоње до Тарента; није симетрична са унутрашњом страном.

Динариди.

Динариде је Сис одвојио од Јужних Алпа оном јаком дислокацијом, од 400 км. дужине, дуж које су на 193 км. избиле знатне еруптивне масе диорита (тоналита). Та велика раселинска линија доста је вијугава; — она се у почетку, северно изнад утонуле зоне у долини Паде, држи приближно правца ЈЗ.-СИ.; а даље, обвјајући се око доломитске масе јужног Тирола, упућује се ка ИЈИ. дуж Карнских Алпа, Караванки, па најзад иде долином Зиле и Драве. Али прави Динариди не прате целу ту линију. Под тим именом у ужем смислу ваља обухватити онај сноп набора, који се из Алпа издвајају онде где они имају правац З-И., и који су упућени ка ЈИ. Потисак је њима долазио са СИ. и И. те наборе посувраћао ка ЈЗ. и З. Динариди, дакле, обухватају, одовуд тиролских и штајерских Алпа, Алпе-Словеније, Крш Истрије, Хрватске, Далмације, Херцеговине, Босне, Црне Горе, Западне Србије ит. д. По Сису би без прекида пролазили кроз Албанију и Грчку, где би се савили, па преко грчких острва продужили у Малу Азију, у Тауриске наборе.

Динариди су негда заузимали цео басен Јадранскога Мора, коју је земљу Сис назвао Адријатис. Од те су земље на источној обали Италије заостале неке омање пласе; то је, прво, Монте Гаргано, који се и по грађи и по старости разликује од Апенина, с којима је доцније ступио у везу једним насипом од слојева из терцијерне периоде; то је и мали Монте Конеро; а Сис Адријатису придаје и неке изданке „апуло-гарганске“. И без тога је Сис вољан да Апенине уврсти у Динариде, који су се започели из Западних Алпа, док су прави Динариди из Југо-источних.

У Динаридима су нибори слабији но у Алпима, дакле и слојеви положитији. Поред обичних флексура има великих прелома, честих ра-

седа са спуштеним кришкама међу њима; има много полегнутих бора и навлака, које покривају терене у подини, почињући којим било катом од горњега Карбона до Верфенских Шкриљаца. Покрови су се одавде развлагали у разним правцима; они су више од плоча и краљушти, а у Алпима од претурених бора.

Термије мисли: да су се масе Динарида насукале, склизнуле, преко Алпа са Ј. на С. и са ЈИ. на СЗ., — да је тај „саони разбијач“ својим великим притиском алписке боре прекројио у покрове далекага распрострањења; — да су те његове пласе ерозијом уништене што се — у прилог ове хипотезе — није сасвим оправдало; — да испод Динарида леже Алпи, а такође и корени неких источно-алписких покровова; — да прави динариди изгледају сада утонули спрам Алпа дуж раседа алпо-динаридскога; — да се пренос Динарида десио у целини пре њихова набирања; — да се ово набирање вероватно извршило приликом наглог уваљивања Јадрана и најзад — признаје сам Термије — да у свему овоме има још много необјашњенога и тајанственога.

Покрива има у Динаридима с краја на крај. Примера ради нека послужи: неколико покровова на Триглаву (Космат), код Трогира (Кернер), код Спича и Будве. Шмит претпоставља да су и Велебит и острво Хвар, и Косово и Петрово Поље, делови великога покровова који се ширио све до Италије. Кобер говори такође о овим покровима. Он претпоставља да су у динарској области дубокоморски (абисални) делови били на њеној источној страни, а плитководни на западној.

Нопча је недавно (1921) израдио преглед зона разних фазија у Динарским Алпима. Он је истакао, да се геосинклинала у којој су се створили Динариди разликовала од басена данашњега Јадрана, и да дужа оса јужнога дела те геосинклинале не лежи тачно у продужењу њенога севернога дела.

За Динариде у Далмацији карактеристично је, по Ј. Цвијићу, спуштање земљишта ка Јадранском Мору са најахивањем бора, и карстна ерозија њихових површина. Ове је он груписао у три степена, испред којих се до морске обале протеже једна зона набора, који још нису зарубљени до површи.

Исти је аутор истакао и сучељавање двеју серија динарских набора у области Скадра, одакле би почињао пиндски део ове планинске системе.

Покрове у албанским Алпима констатовали су Нопча и Мразек, а у Грчкој Негрис.

Процеси издизања Динарида извршили су се на махове као у Алпима; али су дуже истрајали, што сведоче дислокације и конгериских и левантиских слојева у њиховоме домањају. Заравњавање површи

имало се извести поглавито од Миоцена до Горњег Плиоцена, али се наставило и после дислокација тих трупина; а и те се дислокације продужују до у најновије доба.

Балканска, српско-хрватска стара маса.

То је она најстарија маса на Балканском Полуострву, која је добијала разна имена: Источно Копно, Родопска Маса, Дардански Масив. Она је негда заузимала простор Панонског Басена у облуку Источних Алпа и Карпата и Балканско Полуострво у оквиру Балкана и Динарида, са јужном границом на обалама Егејскога Мора, преко кога се негда простирала у Малу Азију.

Главно издизање ове масе извршено је пре Пермске периоде. У њој има архајских гнајсова и разних палеозојских шкриљаца и мермера метаморфнога порекла. — Извесни делови њени проламали су се, улегали, па су покривани млађим кредним и терцијерним формацијама. Али су то бивале трансгресије делимичне; иначе је главни део остао на суву од Палеозоика до Олигоцену када се створила велика панонска потопина и неколике котлине по унутрашњости старог масива.

Алпско набирање створило је веначне брегове у геосинклинали око ове масе, која је вероватно утицала да на Балкану боре полежу ка С. а у балканским Динаридима ка З.

Између старе балканске масе и најмлађих набора има прелазни зона, као на пример ртењача Шумадије, од Београда на Југ, преко Космаја и Рудника. Ту ће спадати и издвојени, као острва над равницама истакнути брегови у Срему, Славонији, северној Босни, западној Хрватској. За неке међ овима помишљало се, да су издаци из источне алпске системе, који се далеко од ње по равницама истичу; али је вероватније, да су то заостали тимори од улегнутих просторија старијега масива. За ово би говорила чињеница, да је у њима врло мало наборитости, већ су ограничени поглавито раседима, дуж којих су се слојеви искосили. На то упућује даље, и стална, доста знатна појава кристаластих шкриљаца у њима, мада ови немају изглед архајски, већ изглед палеозојских, метаморфисаних шкриљаца. Међутим су и ови други у старој маси веома много развијени. И у тој прелазној зони примећени су докази набирања пресеноских и терцијерних.

После карбонских издизања на старој маси јављале су се поглавито вертикалне дислокације разнога домаћаја, у разним временима, а укрштених праваца. Највеће су биле оне које су дале највеће потопине, Егејскога и Црнога Мора и Панонскога и Дакискога Басена; затим оне, услед којих су постале велике корутине, било у старој маси, било у областима динарских бора, које су се већ уз њу приљубиле. Некима

од њих одређено је доба постанка олиго-миоцено, али се удубљивања басена понављају и у познијим геолошким временима до данашњег доба.

У области старе масе код Тиквеша и Косова има набора праваца динарскога, а вероватно и исте старости.

За ову стару масу карактеристично је врло велико развиће еруптивних стена, нарочито по њеном српском делу. Ту има великих громада гранитоидних и трахитоидних стена, разних врста и разне старости. Интересна је и појава врло младоликних леуцитних лава у области Нагорича.

Карпатско-балкански венци.

Карпати су се као и Алпи створили у више орогених фаза. Улиг разликује њих пет почевши од карбонске, када су се првом издигле јужне унутарње зоне од кристаластих шкриљаца. Наравно, да је и у овој области пресудно било оно право алпско издизање. Било је нешто пресенонских, али највише олиго-миоцених, тектонских покрета. Ови млађи покрети дали су читаве стогове од навлака; од којих су неке данас престављене многобројним, егзотним гвоздовима и чалијама, чије су поворке поврстане у два дугачким зонама: северној и јужној. Јужна је зона дугачка 550 км.; на 100 км. има 2000 навлака; а има места где их на једном квадратном километру има по 30. Правих бора је врло мало у Карпатима. Карактеристика је ове области велико развиће вулканских стена по унутарњем ободу планинскога венца, а у неколико и по старијим наборима. Ерупције су се понављале у неколико фаза.

За тај венац карактеристично је, да се двоструко повија градећи Румунске Карпате и Банатске Брегове, који прелазе преко Дунава на сусрет огранцима Западнога Балкана, који испуњавају Источну Србију.

На подунавском просеку овога планинског појаса карактеристично је: 1) смењивање зона мезозојских са зонама кристаластих шкриљаца и њихово привидно уврћивање; 2) појава многих раседа међ њима; 3) појава многих еруптивних и рудних жица у њима; 4) велике навлаке преко румунских Карпата, Баната и планина у северо-источној Србији.

Велике потопине у овој планинској системи испуњене су млађим терцијерним наносима, који су најмлађим орогеним фазама дислоковани.

У некима, као у Црноречкој области, велико је врло и распрострањење вулканских излива, међ којима превлађују андезитске лаве.

На супрот досадашњој поставци да је унутрашња страна веначних планина увек област улегања Лозински мисли, да је код Карпата

и већине таквих планина, у тој позадини пре и за време набирања била височина, која је за тим тонула и утонула. Потисак је код Карпата ишао зрочно на све стране. Фази орогенога потиска у загорју Карпата одговара фаза вулканске радње.

Балкан је ограничен великим раседима и на јужном и на северном му подножју. Дуж јужнога раседа има један низ потолина са терцијерним наслагама и вулканским стенама. Испред севернога подножја пружа се ка Дунаву бугарска плоча од хоризонталних или врло благо нагнутих мезозојских творевина просечених уздуж и попречке. У правцу од гребена Балканова ка Свиштову један расед пропустио је неколико излива базалтских лава.

Главне планине Балкана јесу од многих набора, које се у западноме делу, у Србији, пружају од СЗ. ка ЈИ., а даље у Бугарској од З. на И. Најстарије језгро у тим наборима јесте од гранитоидних стена, — кристалистичких и старих палеозојских шкриљаца, чије је набирање такође пермске старости. Око њега су пермски, а нарочито тријасни и кретацејски катови, уздигнути и набрани нарочито много по западноме Балкану, где су поред полегнутих бора у новије доба констатовани и покривачи отргнути од својих коренова. — Сличнога је састава и структуре и Средњи Балкан, а што се иде више на Исток, то су боре све ређе и мање, тако да има и као неких оаза без икаквога набирања, те се ова област у том погледу мало разликује од њенога предгорја т.ј. од предбалканске плоче.

Огранци Балкана у Југо-Источној Србији имају све терене Западнога Балкана; имају снопове набора од који су једни продужење јужно-балканскога појаса, а други се самостално ка Ј. пружају; имају и старијих (дијабазних) и млађих еруптивних стена (риолита, андезита и базалта); имају омањих увала са терцијерним и дилувијалним наносима. Ти набори упиру у источну ивицу старе масе и граница им је обележена дугачким и дубоким раседима, дуж којих су се развили или терцијерни басени или речне долине.

И ако је вероватно, да ће се и у овој области наћи навучених покрова, ипак не треба се са овим претпоставкама журити пре но што се боље проучи стратиграфија тамошњих терена. Јер увлачење недовољно одређених серија слојева у тектонске конструкције, баш и у алпским областима, којима је стратиграфија у опште већ добро позната, довело је до сасвим произвољних хипотеза, које су брзо пропале. Ова опомена важи за све оне наше крајеве у којима детаљна геолошка картирање нису још ни отпочета.

Крим.

На Криму се истиче планина Јаила, на којој се познаје да јој је орогени потисак долазио с Југа, и да је набрана слично Балкану. Јужни венци Крима могу се, у мислима, везати са Балканом и са бреговима у Добруци; а даље на Исток са северном зоном Кавказа. На оба краја, дакле, пресечени су басеном Црног Мора.

Кавказ.

И Кавказ се наводи као пример симетричне планине, јер је она таква одиста, бар у средини и на Западу. Његов средишњи појас јесте од старих шкриљаца са много гранита, за који се негда мислило да је издигао целу планину, и са вулканима Елборуса и Казбека. По боковима су кречњачки венци од све млађих и млађих мезозојских слојева, а спољни ободи и на С. и на Ј. јесу од Терцијера, који је такође набран као и претходни катови. Несиметричност западнога краја Кавказа долази отуда, што су тамо кречњачки венци јужнога краја утонули у Црно Море, као и друге велике партије кавкаскога предгорја. Седиментација слојева масе Кавказа, који су највише из периода Јуре, Креде и Еоцена, извршила се у једној геосинклинали, између некадашњих брегова Јужне Русије и брегова Јерменске Височине. Границе ових оквира ишле су упоредно међу собом, а и са садашњим, скоро праволинимским, билом Кавказа. Ти брдски оквири одавно су разорени.

Постоји хипотеза, да је пре садашњег Кавказа прво била једна стара планина из доба, можда, Каледонскога набирања. Ова се набирала и за време Јуре, па је зарубљена, изатрвена до пенеплене, па новим седиментима, до Сармата, дискордантно покривена. После свега тога, за време млађег Терцијера, издигао се садашњи Кавказ.

Потисак је долазио са С. — Има полегнутих бора, а и навлака.

Распрострањена је хипотеза, да се предео у Кавкаској и Транскавкаској области издигао за време херсинскога набирања. Али је у најновије доба (1922) тамо нађено, изнад доњег и средњег Карбона (Динанијена и Московнијена) још и горњег Карбона (Уралијена), а и сложнога са њиме Перма, и то оба од маринских формација, што доказује да тамо не само да није било орогенога издизања, већ, напротив, јачега улегања тамошње палеозојске геосинклинале.

АЗИЈА.

У Азији постоји прво, врло велика област архајских, прекамбрских маса; па велика област палеозојских Алтаида, па опет врло велика

област најмлађих, алпских наборних планина. Границе међ овим областима још нису тачно проведене.

Из палеозојских набора Централне Азије издваја се **Урал**, као једно планиско стабло меридијанскога правца. То се стабло развило за време карбонско, а расло је, с прекидима, до у старије доба Креде. Раније је већ поменуто, да је азиска страна овог стабла скоро сва разорена и млађим творевинама покривена.

Хималаји су огроман скуп већином изоклиних бора, груписаних у више појасева, који су постали у разним орогеним периодима, нешто у карбонској, доста у еоцено-олигоцену, највише у миоценој, са наставком у кватернерној, па и у садашњој периоди. Полегање је бора ка Југу, на којој страни има и субхималајских венаца, као што их има субалпских на северу Алпа. Има у њима и покрива, гвоздова, навлачака.

За веначне брегове у Азији карактеристични су чести и јаки саставци, ројте и сутоке (сукоби) венаца.

Карактеристични су и облаци острвља дуж источно азијских обала, која су врло често вулканисана. Мисли се, да су та острва врхови брегова, који сада постају у једној геосинклинали и да ће доцније завршити уједињењем у једну планинску систему, као што су Алпи.

А Ф Р И К А.

У Африци је, пошав са Севера, прво једна зона Алпида. — **Атлас** је у њој најпознатији. За овим долазе снопови карбонских набора у северо-западној Сахари.

У западно Сахари има брегова калдонскога, а и старијега набирања — „**Сахариде**“.

Архајски су терени свуда набрани.

Иначе се по Африци виде одломци раседних брегова.

Има ерозионих брегова у Абисинији.

Има вулканских брегова у Камеруну и Калиманџаро.

Кару је област плочастих брегова.

На Југу, на Капу, брегови су набрани у палеозојским временима.

А М Е Р И К А.

У Америци је најстарија она архајска област, коју је Сис назвао **Лауренција**. Она држи амерички Арктис, Гренланд и прелази, вероватно, чак у Шкотску.

Око те области издигнути су **Апалаши**, **Елегани**, уз које се убрајају и **Камене Горе**. Ове се издижу највише око висоравни Колорада. Антиклинале су у њима широке, а не стиснуте, што значи да бочни потисак овде није био сувише јак. Набирање је, у неколико, било завршено пре почетка Терцијера, али се цео предео и доцније помало уздизао.

Апалаши су се набрали када и Алтаиди. Они представљају преко-атлантско продужење карбонских набора у Бретањи.

Елегани су набрани као и Урал; и они имају меридијански правац пружања.

Аљашкиди се преко Алеутских острва вежу за Азију. Они се спајају и са Каменим Горама, које по својим геолошким особинама имају такође везе са Азијом.

Basin-Rangs у југозападном крају Северне Америке већином је вулкански.

У Северној Америци било је набирања и за време Креде и у Неогену.

Анди су амерички Алпи. Разлика тектонска поглавито је у томе, што по њима још није констатовано онако много покрива, што су врло много вулкановити и што им је велики део набран за време јурско и неокомско. Пре тога било је у њима и карбонскога набирања. Као унутрашња страна узима се она крај обала Тихог Океана на којој су вулкани.

У најзападнијим венцима набирање је продужено до у најновије доба, те су из свога хоризонталнога положаја уздигнути и дилувијални насипи.

Источни део Јужне Америке набран је у врло старо доба, много пре Анда. Геолошки се он веже за Африку, мада је он од ње одвојен Атлантским Океаном.

А У С Т Р А Л И Ј А.

Као свуда тако су и у Аустралији архајски шкриљци јако набрани. Распростиру се по средњем и западном делу континента.

За време Карбонско издигли су се „аустралиски Алпи“.

Од Аустралискога Копна, проломима млађих венаца, одвојише се Нови Селанд, Нова Каледонија, Острва Ново-британска, Саломонска и Нова Гвинеја.

Орогена историја целог копна потребује нова и детаљнија геолошка испитивања по њему и његовом острвљу.

VIII. ХИПОТЕЗЕ О УЗРОЦИМА ИЗДИЗАЊА ПЛАНИНА.

За тумачење узрока издизања планина постављено је више хипотеза; али ни једна од њих не објашњује потпуно све до сада познате случајеве дислокација и њихове резултате у погледу стварања планина.

Плутоњска хипотеза. Међу хипотезама, коју су имале некога основа била је Хутонова плутоњска хипотеза, коју су заступали и врло учени и оштроумни геолози Леополд фон Бух, Хумболт и други у првој половини прошлога века. По тој хипотези еруптивне масе издигле су и брегове и континенте. Било је некога основа тако мислити: јер се и на живим и на угашеним вулканима види веза њихова размештаја са дислокацијама у кори. Еруптивне громаде често леже у средини планина алписке системе, а седиментне стене око њих су уздигнуте. А трупине херсинских планина тако су пуне гранитима, да је оправдано било претпоставити, да се огромна громада гранита налази испод целе Европе. Међутим, подробнијим разматрањем свију одношаја у планинама познало се, да су неке громаде гранита у њима биле пасивне при њиховом издизању и да су се друге појавиле после тога (Алпи, Кавказ), да оне, дакле, нису могле бити узрок издизању, које им је претходило. Активне су еруптивне масе биле само при издизању лаколита, али се ови нигде нису издигли до висине правих планина; мада је овде издизање могло повећати и то што је топлота интрузивне громаде загревала свој кров толико, да му је повећала запремину, па га је могла јако наклобучити, у вис избочити. А да тако звани „централни масиви“ нису били потребни за издизање планина у којима леже, доказује и то, што их у неким планинама (у Јури и Елеганима) никако и нема. — Ова вулканска теорија о постанку планина појављује се у неколико и у другим њеним варијантима.

Хипотеза контракције. Опште примљена је сада хипотеза да се планине издижу услед хлађења земљине кугле и скупљања коре по њој. При томе се поједине кришке те коре набирају, збијају или се раседају, разбијају и размичу једна спрам друге. Варијације ових појава постају према томе дали њих изазива само бочни потисак или уз то и сила теже, да ли је бочни потисак обостран или једностран и т. д.

Овој теорији земљине контракције замера се, што не може да објасни многе орогене појаве. Некима се чини немогуће, да две тако различне врсте дислокација као што су набирање и раседање, постају тако рећи у исто доба од једне исте контракције. Та теорија не даје поуздане одговоре ни на ова питања: зашто се у архајској периоди набирала цела земљина кора, а у млађим само поједини појасеви њени?

зашто је у појасу најмлађих планина набирање било најинтензивније? зашто су анорогене фазе тако дуге и честе кад је хлађење земље стално? зашто изгледа да су неки брегови постали у геосинклиналама док су још биле у мору, а други на сувоме копну и т. д.

Стога је од ове хипотезе скупљања коре, која се у опште прима као највероватнија, учињено неколико варијаната.

Геометриске хипотезе. — Једна група хипотеза хтела би да покаже неку геометриску законитост у размештању наборних појава по извесним зонама, па тиме и да одговори на тешко питање: зашто су горски венци постали на тим и тим местима. Мисли се, да се правци дислокација пружају по геометриским линијама, које међу собом граде неке полигоналне мреже. — Е. де Бомон је пошао од претпоставке, да су све паралелне дислокације једновремене; па учив пет таквих главних група праваца, он је израдио пентагоналну мрежу планина, створених у пет орогених периода; он је исповедао, да су сви паралелни горски ланци једне старости, и да су сва издизања била напрасна. Ова његова, доста генијална, комбинација имала је доста утицаја на унапређење Орогеније, јер је подстицала многа истраживања о постанку и старости планина; али њу нико више не усваја.

Марсел Бертран је нашао да се главне директрисе планина секу под правим углима, према чему је поставио ортогоналну мрежу планина. Ова поставка вреди, можда, за неке мање брдске области.

Није без замерке ни хипотеза тетраедарске системе, која се још прилично заступа. Њу су прво поставили Овен и Грин. Експериментима су је поткрепили Ферберн и Лалман, а на размештај планина по Земљи применио Мишел Леви. По овој хипотези Земља неби била сфероидна, као што се обично држи, већ неки тетраедроид.

Хипотеза експанзије. Једна од варијаната опште теорије јесте термична хипотеза или хипотеза експанзије, којој је главни заступник Мелар Рид. Ту има неколико могућих разних случајева.

Претпоставља се, да се дно синклинала, сишав у дубину велике топлоте, у зону регионалног метаморфизма, мора ширити па и набирати, јер је у ограниченом простору измеђ бокова синклинале, који се одупиру његовом ширењу. Али се зна, да има неких депозита по негдашњим синклиналама, који у њима нису толико набрани, колико би по овој хипотези требало да су.

Експанзије је бивало на неким слојевима нарочито услед хидратације; на пример, хидратисани слојеви анхидрита, услед увећане запремине морали су се набрати. Ту се слојеви управо надују, па савијају у боре, чија су крила одебљала, а сводови стањили. Овај изглед

слојева гипса, када се услед хемизма посавијају у боре, супротан је изгледу обичних бора, које постају механичким притиском: у овима су бокови стињени и смањени, а сводови им издужени и увећани. Експанзија услед хидратације одиста постоји; али је она од сасвим малог и локалног значаја.

Има научника који мисле, да при кристализацији еруптивне магме бива увећање запремине, и да је оно главни узрок ендегним појавама. Тако мисли Таман, а Лахман држи, да читави брегови могу постати услед растења кристала и њихова при томе загревања.

Хипотева изостајије. Ова полази од претпоставке, да земљина кора плива по магмазони, да је хетерогена, да на њој има области тежих, мање-више збијенијих, које тону, и области лакших, мање збијених, на којима може бити издизања, већ и услед центрифугалне снаге од обртања Земље. Тако се на овим другим издвајају брегови, док под првима постоје потолине, морски басени. Онда се јавља природна тежња да се ове неједнакости како-тако уравнотеже, да постане изостазија. Ова се постиже већ и тиме, што реке носе са континента огроман материјал, па се ови олакшавају; а нагомилавајући га по морскоме прибрежном дну, оптерећавају област мора. После тога, оптерећене области повраћају се ка оним олакшаним, набирањем и издизањем услед потиска, који долази од пучине Океана. Овако би постајала веначна брда при крајевима континента.

Има теоретичара који ову хипотезу изостазије комбинују са контракционом, да би избегли неке приговоре једној и другој.

Колебање магмавоне било би, по мишљењу Амферера и Андреа, узрок тектонским појавама на површини. У магмазони има великих струја; она се колеба, издиже и спушта, па те промене њене запремине и њеног рељефа изазивају одговарајуће промене на кори изнад ње.

Хипотеза суљања. — По хипотези коју су поставили Рајер и Шарт главни орогени процес састоји се у клизању слојева услед њихове тежине (Рајер) и у натоциљавању пласа и навлака једне на другу (Шарт), те ту постају узвишења, брегови.

Рајер је покушао да своју хипотезу потврди једним експериментом; али он то није изводио са стеновитим масама, већ кашастим, и под условима какви се не виде у природи.

Ваља додати да издвајање пласа из коре и њихово нагомилавање у планине претпоставља, да већ има издигнутих маса од којих су се пласе одвајале и стоциљавале.

У новије доба изнето је још неколико хипотеза са разним основима. Вегенер је поставио теорију о хоризонталноме поме-

рању континента, на основу поставке, да се Северна Америка удаљује од Европе сваке године за 4 метра и да се Гренланд за 84 године одмакао од Европе 950 м.

Абеданон мисли, да поред хлађења и скупљања земљиног језгра, поглавити утицај на кору има сила те же. Под њеним утицајем, из коре, која је створена од неједнаких делова, тежи делови брже тону, а лакши остају на месту, или се шта више издижу, истичу на више. Због центрифугалне силе ови се измичу, витопере се и граде на Земљи оне највеће плоште боре широког распона, по којима постају друге дислокације: набирања, прекријавања, прекривања, суљања. С тиме би стајали у вези епирогени покрети, а и померања полова.

Трабер замишља, да узрок постанка планина лежи у великим разликама температуре, која је врло мала на дну дубоких Океана, а врло велика у дубини континента. Те се разлике морају изједначавати; па покрети тога изједначавања стављају у покрет земљину кору.

Електромагнетним струјама приписује се моћ да утичу на структуру и лучење силикатних маса у кори, па преко тога и на њу саму.

Сис је несиметрију северне хемисфере доводио у везу са магнетним полом.

Има још неких орогених и у опште геогених хипотеза, које мање-више излазе из оквира научне вероватноће, па их не вреди ни помињати.

Ако се узме на ум: да се о узроцима издизања планина разбирало још у Старом Веку, када још није било праве геолошке науке; — да су у периоди научне Геологије неке орогене теорије постављали или географи, који нису знали Геологију или геолози, који нису знали Геофизику; — и да је Абисодинамика, од које Орогенија веома много зависи, и данас у многоме још врло тамна — онда је појмљиво, што је нишало и ниче много разних орогених хипотеза, у којима се, истина, више пута очитује велико оштроумље њихових твораца, али и опомена да на овоме пољу наша наука још није рекла своју поуздану реч.

Погледав, пак, на огромне тачне резултате позитивне Геологије и ослањајући се на све тачнија нова проматрања, а и експериментално извођење геолошких појава — слободно је надати се, да ће се та реч и скоро чути и бити много поузданија од свију досадашњих.

АЗБУЧНИ СПИСАК САДРЖАЈА

- Абисодинамика 7
 Абразија 81, 82
 Абразионе терасе 81
 Агрогеологија 6
 Аде 72
 Адиноли 168, 195, 204
 Азија 299
 Акратопеге воде 58
 Акротерме 58
 Алаунит 191
 Алкалије у земљама 225
 Алпи 291
 Алохтоне земље 230
 Алотигени пројектили 9
 Алашкиди 301
 Алувијони биљни 220
 — јеверски 114
 — морски 114
 — речни 113
 Америка 300
 Амфелит 208
 Амфибол 66
 Амфиболити 168, 187, 189, 195, 248
 Амфиболошист 172
 Амфотерит 198
 Анамезит 195
 Анорит 198
 Андезити 193
 Анди 301
 Анорогене периоде 275
 Антарктика 93
 Антиклинала 288
 Антраколит 218
 Антрацит 218
 Анхидрит 212
 Апалаши 301
 Апенини 294
 Аплити 170, 182
 Апофизе 160
 Аресалне ерупције 10, 16
 Арена 184
 Аргилолит 191, 207
 Аргилофир 191
 Аргилошисти 165, 208
 Арижеолит 189
 Аркоза 202
 Артески бунари 21, 48
 Архитектоника 254
 Асимилација 146, 147, 148
 Асфалт 222
 Атмосфера 18
 — геолошки рад 98
 Атмосферилије 94
 Атол 122
 Аугитити 197
 Аутигени пројектили 9
 Аутохтоне земље 230
 — масе 291
 Аустралија 301
 Афанитни диорит 187
 — долерит 195
 — структура 154
 Африка 300
 База 152
 Базалт 153, 195, 197
 Базанит 196
 Бакар 215
 Бактерије 105
 Балкан 298
 Банатити 187
 Банци 161, 258
 Баранко 253
 Барисфера 23
 Бархани 101
 Basin Rangs 301
 Батолит 26, 158
 Бедеми језерски 113
 — морски 80
 Бентос 123
 Биљке, геолошки рад 104
 Биосфера 2
 Битумија 222
 Боксит 65, 196, 207
 Бол 207
 Бомбе вулканске 9, 133, 196
 Бонбед 201
 Боракс 118
 Боре 258, 280
 Бороламит 185
 Брахиантклинала 259
 Брахисинклинала 259
 Брегови афани 246, 282
 — вулкански 248
 — ерозиони 284
 — зарубљени 282
 Брегови тектонски 267
 — хетероморфни 279
 — хомеогени 247
 — хомеоморфни 247, 279
 Бреголазине 60
 Бречије 112, 115, 116, 134, 201
 Бронзитит 189
 Букаљи 83
 Вадозне воде 54
 Вариолит 194
 Варистичне планине 287
 Верлит 189
 Ветар 98
 Вештачка репродукција 161, 211, 222, 266
 Виргација 263, 264
 Витрофири 190, 195
 Воде 47, 54, 56, 57, 66, 78
 Воденични камен 117, 203
 Вогезити 186
 Voxenit 207
 Вртаче 67, 68
 Врца 255
 Вулкани 8
 — блатни 12, 73
 — гашење 17
 — зачетак 13
 — облици 13
 — огњиште 23
 — подлога 16
 — на планетама 27
 — последице 26
 — размештај 18
 — стратовулкани 249
 — хомогени 250
 Вулканити 190
 Вулканологија 2, 129
 Вулканске ерупције 8, 9, 11
 — производи 9, 16, 114, 252
 — трупови 38
 Габро 188
 Гагат 218
 Гајњаче 235
 Гаммаградит 152
 Гвожђе 215
 Гвоздови 281
 Гејзери 18, 55
 Гејзерит 117, 204
 Геодинамика 2, 7
 Геологија динамична 27
 — експериментална 4
 — историска 2
 — Неба 4
 — општа 3
 — петрогенска 2, 107
 — регионална 3
 — топографска 3
 — упоредна 4
 Геоизотерме 21
 Геосинклинале 44, 276, 277
 Геотектоника 1, 3, 254
 Геотермика 19
 Геотермски степен 20
 Гипс 128, 212
 Глауконит 216
 Глаукофанисање 175
 Глаукофанит 242
 Глациологија 2
 Глина 59, 112, 120, 123, 126, 204, 205, 225
 Глинуша 112
 Глинци 113, 171
 Глинене стене 165
 Глиптогенеза 78
 Гнајси 165, 172, 187, 241
 Горско брашно 204
 Грајзен 170, 183
 Гранатитит 243
 Гранит 137, 179, 202
 Гранатошист 172
 Гранулит 156, 182
 Гранулитна структура 182
 Графит 173, 218
 Графитоид 218
 Гренланд 92
 Громаде 157, 255, 267
 Грудве 144, 145
 Грушевина 144
 Гуано 123, 213
 Густина Земље 3, 23
 Дацати 134, 193
 Девитрификација 192
 Делте 72
 Денивелације 32
 Денудација 78
 Денудациони гребени, степени, столови 285
 Десквација 96
 Дефлорити 168, 195
 Дефлације 96
 Дијагенеза седимената 108, 125
 — — механичких 126
 — — органских 127, 128
 — — хемиских 127
 Дијабаза 168, 194, 195
 Дијалагит 189
 Дијаклазе 266
 Дијатреме 13
 Дијогенит 198
 Динамометаморфозе 170, 173, 183
 Динариди 294
 Диорити 157, 187
 Диопсидит 167, 189
 Дискорданција 257
 Дислокације 257, 258
 Дитроит 185
 Диференцирање 138, 142, 143, 144, 148
 Долине 68, 73, 74, 75
 Доломити 166, 210
 Доломитисање 128
 Доплерит 217
 Дуне 99, 100
 Дунит 189
 Европа 289
 Евстатични покрети 44

Егзогени појави 7
 — укрупци 146, 168
 Егзодинамика 46
 Егзоморфозе 167
 Ексарација 89
 Еклогити 242
 Експанзија 25, 303
 Ексфолијација 96
 Елегани 301
 Ембрион вулкана 13
 Ендогене појаве 7
 — укрупци 145
 Ендодинамика 7
 Ендоморфозе 168
 Епидијабази 175
 Епидиорити 175, 187, 189, 195
 Епидозит 175
 Епидозитит 243
 Епидотисање 175, 189
 Епирогенетски покрети 44
 Епицентар 36
 Ерозија долина 73
 — еолска 98
 — морских обала 79
 — речна, њен крај 77
 — подземном водом 58
 Ерупције 8, 9, 10, 12, 13, 16, 25
 Еруптивне стене 129
 Есексит 188
 Еукрити 198
 Еутектична смеша 150
 Еуритна текстура 154, 181
 Ефузивна фаза 158

Жало 81
 Живи песак 99, 102
 Животиње, геолошки рад 203
 Жиле интрузивне 160
 Жице водне 51
 — вулканске 16
 — еруптивне 177
 — интрузивне 135, 157, 160
 — диференцирање 144

Здравица 228
 Зеолитисање 174, 189
 Земље 203, 224
 — у Србији 234
 Злато 215
 Зоизитни шкриљац 175

Идријалит 222
 Извори 20, 50, 51, 52, 54
 — јувенилни 138
 Издан 47
 Издизања 32, 41
 Изданци 256
 Изогеотерме 20
 Изосисте, изосисте 36
 Ијолит 188
 Иловача 112, 205, 232
 Инверзија 256, 271, 280

Инкрустација 116
 Интрателурска фаза 152
 Интрузивне масе 157

Јаспис 191, 204
 Језгра архајска 286
 — Земље 1, 22
 — магме 139
 Језера 82
 — слана 118
 Јура 290

Кавказ 299
 Калај 215
 Калцијум карбонат 121
 Калцифир 210
 Калцишист 243
 Камали 282
 Камацит 199
 Камени угаљ 218
 Канали вулкански 8
 Каолин 205
 Каолинисање 175, 183
 Каолинит 225
 Капине, поткапине, окапине 59, 98
 Карбонит 218
 Карбонатисање 54
 Карњол 210
 Карпати 296
 Карстна долина 60, 68
 Каситерит 218
 Кварц 54
 — порфир 190
 Кварцити 65, 172, 203
 Келифит 55, 188
 Кератофир 191
 Керсантит 187
 Кимберлит 189
 Кисељаци 18, 57
 Китин 121
 Кишница 66
 Класификација еруптивних стена 176
 — земаља 232

Клијачит 207
 Клима 76, 94
 Климазоне 230
 Кокс 167
 Колебање копна и обала 39, 42, 45
 Колоидне материје 225, 227
 — у земљи 227

Комчићи 89
 Конгломерати 113, 115, 119, 200, 251
 Конкорданција 257
 Конкреције 126
 Контакт-метаморфизам 163
 Консолидација 149
 Конхиолин 121
 Континенти 44, 269, 288, 304
 Континенталне перпоне 41
 — појас 114
 Кора земљина 22
 Корација 89, 90, 98

Коралски кречњак 128
 — муљ 114
 — песак 114
 — острва 122

Коренови навлака 291
 Корозија 146
 Корнит 167, 204
 Корнубијанити 205
 Корито 258, 265
 Корундитит 243
 Котао 289
 Котлина 265
 Кохенит 199
 Краљушт брдска 262
 Кратери 8, 10, 15, 16
 Креда 209
 Кремен 204
 Креч у земљи 225
 Кречњаци 166, 208
 Крим 299
 Кристалити 131, 153
 Кристаласти шкриљци 108, 235
 Кришке 263
 Ктјанеит 117
 Кубета 15, 249, 259
 Кулисе 279
 Купе 15, 197, 249

Лава 10, 14, 26
 Лаколити 159, 251
 Лапидификација 113
 Лапили 133, 190
 Лапорци 211
 Латерит 196, 207
 Лед 85
 Ледници 86, 92
 Лептинити 241
 Лерзолити 168, 189
 Лес 113, 205
 Леукократе стене 134
 Леукотефрит 196
 Леуцитит 197
 Леуцитифир 196
 Лигнити 124, 217
 Лидо 81
 Лидит 204
 Ликвација 142
 Лимани 19
 Лимбургит 197
 Лимнокалцит 209
 Лимнокварцит 203
 Лимонит 216
 Липарити 190, 191
 Лискуни 65
 Литогенија 107
 Литоклазе 266
 Литологија 2
 Литосфера 1
 Литофизе 190
 Лишаји 104
 Лумакеле 119, 209
 Лучење 95, 161

Магма 129, 138, 139, 142, 152
 Магмазона 23, 304
 Магнетит 216
 Магнетитит 243
 Масиви 274, 292
 Магмасфера 23
 Мезосидерити 199
 Меланократе стене 134
 Мелафири 196
 Мелилит 197
 Металосфера 23
 Метан 221
 Метаморфозе стена 128, 162, 163, 167,
 169, 170, 183, 186, 187, 189, 191, 194,
 195, 196, 238
 Мермери 166, 167, 171, 210, 243
 Метасоматоза 125, 174
 Метеорити 197
 Метеорско гвожђе 199
 — камње 198
 Методе у Геологији 3
 Мијаролитна структура 153, 180
 Мијасцит 185
 Микашисти 172, 173, 241
 Микро-гранулити 151, 182, 196
 — диорити 187
 — керсантити 187
 — кристална структура 154
 — минета 186
 — организми у земљи 227
 — пегматити 154, 182
 — сијенити 186
 Микролитити 154, 180
 Микросеизми 36
 Милонити 171, 201
 Минета 186
 Мисурит 188
 Монзонит 185
 Море 78, 79
 Морски бедеми 80
 — трупови 34
 Морене 89
 Мофете 11, 18
 Мраз 97
 Мртвица 228

Набирање 273, 286, 287, 293
 Набори 258
 — нетектонски 264
 Навлаке 171, 261, 262, 280, 281
 Наслагање слојева 115, 257
 Невадити 190
 Нефелинит 197
 Нитрати 213
 Нитрификација 226
 Новакулит 204

Оазе 99
 Обале океанске 44
 Области трупова 38
 Обим Земље 278
 Обсидиан 134, 190, 193
 Озокерит 222

Океани 269
 Окно вулканско 14
 — тектонско 281
 Окó 83, 281
 Оксидисање 63
 Оливин 66
 Олово 215
 Омфацит 243
 Оолити 210
 Организми, геолошки рад 102
 — кречотворни 121
 Орнице 228, 232
 Орогенија 244
 Орогенеза 276
 Ортогнајс 241
 Ортогонална мрежа 303
 Ортофири 192
 „Ортштајн“ 229
 Основна маса 152
 Офикалцит 166, 210, 243
 Офити 194
 Офитна структура 155
 Палагонит 134, 196
 Паласити 199
 Палеарктични континент 286
 Палеонтологија 2
 Парагнајс 2
 Параклазе 266
 Пегматити 182
 Пегматитна структура 155, 170, 182
 Педологија 5
 Пелагонит 119
 Пелити 115
 Пенеплена 77, 281
 Пентагонална мрежа 77, 281
 Пепео вулкански 133, 190
 Периоде анорогене и орогене 275
 Перле 153
 Перлит 190, 193
 Перидотити 189
 Песак 203, 225
 — вулкански 133, 190
 — оолитни 119
 Петролеум 222
 Петрогенија 2, 3, 107
 Петрографија, Петрологија 1
 Петрографска Минералологија 1
 Провинције 140
 Пехштајн 190
 Пешчаре 103
 Пешчари 112, 113, 119, 126, 127, 165, 201
 Пећине 50
 Пијецокристалација 131, 239
 Примена Геологије 5
 Пиринеји 291
 Пирокластично градиво 132
 Пироксени 66
 Пироксенити 189
 Пироксенолити 189
 Пиромерида 190
 Пиросфера 22
 Пиратерија водомеће 75
 Плавина речна 71
 Плазма 191
 Плазишта 60
 Планктон 123
 Планине арморичке 287
 — варистичке 287
 — размештај 285
 — системе 273
 — старост 276
 Пласе 171, 262
 Плауенит 185
 Плесит 199
 Пловућац 134, 190, 193
 Плоча 161, 282
 Плутонити 179
 Пнеуматолиза 63
 Пнеуматолитске метаморфозе 163
 Повлата 255
 Поврати орогени 283
 „Подзол“ 229, 231, 233
 Подина 225, 255
 Покрови вулкански 16
 — тектонски 171, 262, 292
 Полутимор 267
 Пољане ледника 91
 — стења 184
 Померање дуна 101
 — континената 304
 — копна 32
 — река (Беров Закон) 71
 — хоризонтална 32
 Поникве 67
 Порфири 190, 191
 Порфирити 193, 194, 196
 Порфириоиди 191
 Посмртна, „постимна“ набирања 273, 293
 Потајница 52
 Потолине 266, 268
 Потоп 34
 Потоци 69
 Прамагма 138, 141
 Прастаре масе 286
 Преврат рељефа 280
 Прекрајање брегова 279, 283
 — тектонско 279
 — ерозијом 280
 Прелази измеђ стена 145
 Пренос градива еруптива 131
 — седиментног 68, 90, 97,
 110, 112, 113, 114
 Преспа 85
 Пробојци 13
 Пробојнице 75
 Пројектили вулкански 9
 Пропилитисање 174
 Протеробаза 195
 Проструге 75
 Процедина 48, 68, 116
 Прслине 29
 Псамити 115
 Псефити 115
 Пукотине 30, 86, 30

Пустиње 99
 Пуцолаи 133
 Рабдит 199
 Радиоактивне материје 22
 — воде 57
 Разоравање наборних брегова 281
 Раседи 264
 Раседни брегови 267
 — котлине 268
 — потолине 268
 Растварање 62, 126
 Распадање минерала 64
 — стена 94, 96, 109, 184, 186, 187,
 189, 192, 197, 203, 204, 211, 243
 Раселине 31, 265
 Регресија 43, 44
 „Регур“ 231
 Редукција 64
 Резорпција 144, 146
 Реке 71, 76
 Репродукција еруптивних стена 161
 — тектонских појава 266
 — фосилног угља 221
 Ретинит 190, 193, 195
 Риолити 134, 190
 Rippelmarks 81
 Ров 265, 266
 Родит 199
 Рожнаци 165, 168, 204
 Рубефакција 63
 Руде 214
 — бакра 215
 — гвожђа 117, 215
 — злата 215
 — калаја 215
 — олова 215
 — цинка 216
 Рудина 206, 228, 234
 Салбанде 144
 Салзе 12, 18
 Салмо 268
 Санидинит 193
 Сапропел 124
 Седиментација 100
 Седименти абисални 120
 — механички 111, 112, 113, 114
 — органогени 120, 121, 123
 — хемиски 115, 116, 118
 Сеизмограми 37
 Сеизмограф 35
 Сеизмологија 2, 35
 Сеизмометар 35
 Сеизмоскоп 35
 Серија слојева 255
 Серцитисање 175
 Серпентини 190, 243
 Серпентинисање 175
 Серпулит 209
 Сивача 203
 Сига 117, 118
 — белуткова 117

Сиговача 235
 Сигмоида 259
 Сидероболити 199
 Сијенити 184
 Силиција 121
 Силицисање 128
 Силт 113, 123
 Синклинала 258
 Сипине 99
 Скамењавање 126
 Склад 160
 Слани извори 117
 Слив лаве 135, 252
 Слој 254
 — интрузивни 136, 168
 Снег 84
 Снежаник 85
 Со 118, 119, 211
 Солишта 119, 211
 Солфатаре 17
 Сомбрерит 213
 Сосиритисање 175, 189
 Сочница 99
 Спелеологија 2
 Спилити 194
 Спилозити 168, 195
 Спонгин 121
 Спонголит 123
 Спрудови 72
 Стабилне области 275
 Сталактити 116
 Сталагмити 116
 Стара копна 278
 Старе масе 269, 283, 293, 296
 Стврђавање 125
 Стене 1
 — аногене 131
 — оазичне 135
 — девтерогене 106
 — ендогене 129
 — еруптивне 129, 176
 — жичне 177
 — киселе 134
 — лавичне 134
 — леукократе 134
 — меланократе 135
 — метаморфне 238
 — неутралне 134
 — плутовске 138
 — протогене 106
 — седиментне 109, 200
 — секундарне 106
 — хијалине 131
 — хидатопирогене 137
 — хипокристалне 131
 — холокристалне 131
 Степе 99
 Столови, столовата брда 282, 285
 Стратиграфија 2
 Стратификација 115
 Стратовулкани 249
 Струне 76
 Структуре еруптивних стена 151

Стрш 265
 Сукнарска земља 205
 Сумпор 121
 Сутока брегова 263, 264
 Суфиони 18
 Сушице 76
 Сфероиди 181
 Сфероидни диорит 187
 Сферондна структура 155
 Сферолити 131, 153

Талкисање 175
 Талози морски 114
 Тангенцијални покрети 258
 Тахит 195
 Тектити 198
 Тектоника 1, 254
 Тектонски брегови 267, 269
 — језера 83
 — потолине 268
 — прекрајање брда 279
 — трупови 39

Телесеизми 37
 Тенит 199
 Terra rossa 114
 Тералит 188
 Терен геолошки 254
 Терасе језерске 83
 — морске 81
 — речне 76

Теригена рушевина 114
 Терме 54
 Тетраедроид 303
 Тимори 265, 267, 282
 Тимацит 152
 Тингајити 186
 Тоналит 187
 Тонење обала 39
 Топазирање 170
 Топлота у кори земљиној 49
 — лаве 11
 — извора 54

Травертин 116, 118, 209
 Трансгресије 43, 44, 60
 — еолске 102
 — маринске 43, 257

Трахити 134, 192
 Тресаве 124
 Тресет 124, 216
 Трипла 204
 Троилит 199
 Трупине брдске 252
 Трупови 3, 28
 — аксијални 29
 — вулкански 38
 — ерозиони 60
 — кружни 29
 — тектонски 39
 — криптовулкански 39

Тундра 124
 Турмалинисање 170
 Туфови вулкански 133, 191
 — кречни 209

Ујале 268
 Уврћење планина 297
 Углишта 219, 220
 Уклупци 145
 Улегања 31
 Ума 205
 Ундулације 44
 Уралитисање 66
 Усов. утрг 84

Фалуни 209
 Фелдспати 65
 Фелсити 153
 Фелсо-дацити 155
 — липарити 190
 — фири 190
 Фенокристали 151
 Филити 242
 Флинт 205
 Флујдалност 153
 Фојаит 185
 Фонолити 134, 192
 Фосилни угаљ 167, 216
 Фосфати 213
 Фтанит 204
 Фумароле 11, 169

Халефлинте 191
 Халојзит 65
 Харцбургит 189
 Хематит 216
 Хематитит 243
 Хемиски рад подземне воде 51
 — састав " " 56
 — еруптивна " " 129
 — талози 115, 116, 117, 118

Хидатоморфозе 174
 Хидатопирогене стене 137
 Хидатотермалне метаморфозе 163
 Хидраргилит 65
 Хидратисање 62
 Хидролизе 62
 Хидросфера 1
 Хидрофити 105
 Хијало-базалти 195
 — дацити 154
 — дијабази 194
 — липарити 196

Хималаји 300
 Хиперстенити 189
 Хипотезе о магми и прамагми 138
 — о пореклу лаве 26
 — о постанку планина 302, 303, 304
 — о постанку кристаластих шкри-
 љаца 226

Хипоцентар 35
 Хладнит 198
 Хлоритисање 175
 Хлоритошист 173, 195, 242
 Ховардити 198
 Холосидерити 199
 Хомосеисти (хомосисте) 36

Хумус 106, 226
 Хучање 33

Цементовање 125
 Централна маса Земље 1
 Центросфера 23
 Цељивост 255
 Цијаношист 172
 Цинерити 192
 Цинк 216
 Циполин 210, 243
 Црвена глина 120, 126
 Црвеница 206, 207, 234
 Црница 234

Циновски лонци 88
 Челенка долине 70
 „Чернозем“ 231, 232
 Шаријажа 171, 262

Шасињит 198

Шизолити 177
 Шистогенеза 240
 Шистозност коса
 Шкрапе 67, 98
 Шкрапљишта 67
 Шкриљавост кристализациона 240
 Шкриљци 172, 173
 — глаукофански 195
 — дијабази 173
 — зелени 195
 — зозитни 173
 — серицитни 173

Шонкинит 188
 Шрајберсат 199
 Штитови 286
 Шунгит 218

ИСПРАВКА ШТАМПАРСКИХ ПОГРЕШАКА

стране	ред	наштампано	а треба
4	15 озго	целузоле	целулозе
17	16 "	највише	највише
17	17 оздо	Терцејера	Терцијера
48	3 озго	необични	необични су
19	5 "	пукотинема	пукотинама
21	20 "	степени	степен
23	2 "	ма	има
23	18 оздо	хопотеза	хипотеза
27	17 "	фаза	фаза
"	"	магма	магне
38	21 озго	земљини	земљиним
40	15 оздо	наспрамни	наспрамним
41	10 "	плитког	плитког
51	17 озго	горих	горњих
59	2 оздо	самоотворни	самоотворни
61	12 озго	обурвање	обурвавање
70	16 "	низменичних	наизменичних
80	4 "	циновске	циновске
81	12 "	тако	такво
94	3 озго	сако	само
98	26 "	меших	мекших
107	19 "	првом	прво
120	2 "	произроди	производи
"	8 "	акој	јакој
121	17 оздо	плитковиди	плитководни
122	17 озго	расле у	расле су у
125	6 "	органогенене	органогене
148	14 оздо	не верује	не верују
162	10 "	III.	IV.
166	10 озго	присусву	присуству
175	8 оздо	IV.	V.
177	26 "	навео	навелo
186	5 оздо	ниструзивним	инструзивним
187	7 "	стпњева	ступњева
188	9 "	консолидовали	консолидовани
191	13 озго	глави	лави
235	29 "	употребљује	употребљују
240	2 "	федспата	фелдспата

САДРЖАЈ.

	Страна
Предговор	V—VIII
Приступ	I
Задатак, обим и деоба Геологије 1. — Методе у Геологији 3. — Примена Геологије 4.	
ДЕО ПРВИ	
ГЕОЛОШКЕ СИЛЕ	
Рад подземних сила (Ендодинамика)	7
I. ВУЛКАНИ	8
Рад вулкана 8. — Пројектили 9. — Лава 10. — Паре и гасови 11. — Разне врсте ерупција 12. — Облици вулкана, ембриони, конуси, кубета 13. — Кратери 15. — Пукотинске, ареалне, подморске ерупције 16. — Гашење вулкана, солфатаре, мофете 17. — Број вулкана 18. — Размештај вулкана 18.	
Топлота у Земљи (Геотермика)	19
Узроци вулканизма 19. — Геотермиски степен 20. — Температуре у рудницима, тунелима, артеским бунарима 20. — Изогеотерме 21. — Извор унутрашње топлоте 21.	
Стање земљине масе под кором 22. — Вулканска огњишта 23.	
Узроци ерупције 25.	
Хипотезе о пореклу лаве 25.	
Геолошке последице рада вулкана 26	
Вулканизам на небесним телима 27.	
II. ТРУСОВИ	28
Одредба труса, његов обим и начин 28.	
Последице трусова 29. — пукотине 30. — раселине, улегања 31. — издизања, денивелације, хоризонтална померања, урниси 32. — Појави магнетизма, светлости, звука 33.	
Трус на мору 34. — Потоп 34.	
Изучавање трусова 34. — Сеизмографи 35. — Хипоцентар, епицентар 36. — Јачина 36. — Сеизмограми 37.	
Трусне области 38.	
Узроци земљотреса 38.	

	Страна
III. КОЛЕБАЊЕ КОПНА И ОБАЛА	39
Тонења обала 39. — Издизања 41. — Наизменична издизања и спуштања 42.	
Трансгресије и регресије мора 43. — Епирогенетски покрети 44. — Правилност трансгресија и регресија 44.	
Узроци колебања земљине коре 45.	
Рад спољашних сила (Егзодинамика)	46
I. ПОДЗЕМНЕ ВОДЕ	47
Водена издан 47. — Артески бунари 48.	
Извори 50. — Топли извори 54. — Гејзери 55. — Хемиски састав подземних вода 56. — Минералне воде 57. — Лековите воде у Југославији 58.	
Ерозија подземном водом 58. — Пећине 59. — Поремећаји земљишта услед рада подземних вода 60. — Хемиски рад подземних вода 61. — Растварање 62. — Хидратисање 62. — Хидролиза 62. — Пнеуматолита 63. — Оксидисање 63. — Редуција 64. — Карбонатисање 64. — Примери распадања силицијских минерала 64.	
II. ТЕКУЋЕ ВОДЕ	66
Кишница и сочница 66. — Шкрапе 67. — Вртаче 67. — Потоци 69.	
Реке 70. — Горњи, средњи и доњи ток 70. — Померање река 71. — Речна плавина 71. — Аде и делте 72.	
Ерозија долина 73. — Врсте долина 74. — Утицај климе 76. — Терасе 76. Крај речне ерозије 77.	
III. СТАЈАЋЕ ВОДЕ	78
Мора 78. — Покрети мора 78. — Ерозија обала 79. — Морски бедеми 80. — Абразионе терасе 81. — Абразија 82.	
Језера 82. — Постанак језера 82. — Механичка снага језера 83.	
Снег и лед 84. — Усови 84. — Снежаник 85. — Лед 85.	
Ледници 86. — Врсте ледника 86. — Кретање ледника 87. — Отапање ледника 88. — Морене 89. — Моћ коразације 90. — Ледничке пољане 91. — Протезање и узмицање ледника 91. — Узроци залеђивања 91. — Поларни ледници 92.	
IV. ГЕОЛОШКИ РАД АТМОСФЕРЕ	93
Утицаји атмосфере 93. — Утицаји климе 94. — Моделисање стена услед атмосферилација 95.	
Утицај атмосфере на механично распадање стена 96.	
Рад ветра 98. — Степе и оазе 99.	
Дуне 100. — Живи песак 102.	
V. ГЕОЛОШКИ РАД ОРГАНИЗАМА	103
Разорни утицаји животиња 103.	
Разорни утицаји биљака 104.	
ДЕО ДРУГИ	
СТВАРАЊЕ СТЕНА	
Генетске групе стена 107. — Састојци стена и њихов постанак 108.	107
I. СТВАРАЊЕ СЕДИМЕНТНИХ СТЕНА	109

I. Sprema грађе 109.	
II. Пренос градива 110.	
III. Седиментација 110.	
Врсте седиментације 110.	
А. — Механични наноси 111.	
Брдске осулине 111. — Леднички наноси 112. — Еолски наноси 112. — Алувијони 113. — Језерски талози 113. — Морски талози 114. — Плавилна механичка седиментација 115.	
Б. — Хемиски талози 115.	
Талози: инфилтрационих вода 116, — из извора 116, — из језера 118, — из мора 118 — Абисални хемиски седименти 120.	
В. — Седименти од организама (Биолити) 120.	
Врсте остатака 120. — Плитководни органогени талози 121. — Дубински органогени талози 123. — Биљни остаци 124.	
IV. Дијагенева седимената 125.	
Разлике измеђ талоба и стене 125. — Стврђавање 125. — Цементовање 125. — Хемиска дијагенева 126. — Делимично скамењавање 126. — Растварање 126. — Дијагенева механичких седимената 126. — Дијагенеза хемиских талоба 127. — Дијагенева органскога градива 127. — Претварање органогених вапнаца 128. — Доломитисање вапнаца 128. — Силицисање организама 128.	
II. СТВАРАЊЕ ЕРУПТИВНИХ СТЕНА	129
I. Градиво 129.	
Хемиски састојци 129. — Минерални састојци 129.	
II. Пренос еруптивног материјала 131.	
III. Стварање 132.	
А. — Производи обичних вулкана 132, — кластични производи 132, — лавичне стене 134.	
Б. — Подземне ерупције 136.	
Плутонске стене 136. — Улога воде и гасова 138.	
В. — Хипотезе о магми и њеном диференцирању 138. — Прамагма 138. — Петрографске провинције и фамилије стена 140. — Хетерогеност прамагме 141.	
Диференцирања магме 143. — Магматно диференцирање 143. — Грушевине у магми 144. — Диференцирање жица 145. — Ендогени и егзогени уклучци 145. — Прелази стена једне у друге 145.	
Г. — Асимилација и корозија 146.	
Корозија и резорпција 146. — Асимилација 147. — Диференцијација и асимилација 148.	
Д. — Ред у консолидацији 149.	
Е. — Структуре еруптивних стена 151.	
Структуре вулканских стена 151. — Структуре плутонских стена 154.	
Ж. — Облици еруптивних маса 156.	
Вулканске масе 157. — Плутонске масе 157. — Батолити 158. — Лаколити 159. — Интрузивне жице 160.	
Лучење 161.	
З. — Вештачка репродукција еруптивних стена 162.	

III. ПРЕОБРАЖАЈИ СТЕНА	162
Врсте и фактори метаморфоза 162	
Контактне метаморфозе 163, — пешчара 165, — глинене стена 165, — кречњака 166, — доломита 166, — фосилног угља 167.	
Егзоморфозе 167 — Ендоморфозе 168.	
Фумаролске и пнеуматолитске метаморфозе 169.	
Динамометаморфозе 170.	
Метаморфозе молекуларне 170, — структурне 171, — хемиске и минералне 172. — Динамометаморфозе еруптивних стена 173. — Упоредбе контактног и динамичкога метаморфизма 174.	
Обичне метаморфозе еруптивних стена 174.	
IV. ПОСТАНАК ПОЈЕДИНИХ ГРУПА СТЕНА	175
I. Еруптивне стене. Класификације 176.	
А. Плутонске стене 179.	
Киселе: Гранити 179. — Сијенити 184. — Диорити 186.	
Базичне плутонске стене 184.	
Габро 188. — Пироксенити и перидотити 189.	
Серпентини 190.	
Б. Вулканске стене 190.	
Кварц-порфири и риолити 190. — Трахити. Фонолити и Ортофири 192. — Андезити. Дациити. Порфирити 193. — Дијабази. Мелафири. Базалти 194. Базалтоидне стене 196.	
I. a Небесне стене	197
Метеорско камење 198. — Метеорско гвожђе 189.	
II. Седиментне стене	200
Конгломерати и пешчари 200. — Кварцити и рожњаци 203. — Глина и глинци 205. — Аргилолити 207. — Кречњаци, доломити и лапорци 208. — Со 211. — Гипс и анхидрит 212. — Фосфати 213. — Нитрати 213. — Руде 214, — калаја, бакара, олова, злата, гвожђа 215, цинка 216. — Фосилни угљ: Тресет 216. — Лигнит 217. — Камени угљ 218. — Углишта 219. — Вештачка репродукција угља 221. — Угљоводонична тела: метан 221. — петролеум и асфалт 222. — Постанак ових тела 222.	
Земље: састојци 225, — структура 227, — рудина и подина 228. — Постанак земаља 230. — Педолошке клима-зоне 230. — Педолошке области Европе 231. — Врсте орница 232. — Земље у Србији 234.	
III. Кристалисти Шкриљци	235
Састојци 236. — Структура 236. — Распрострањење 236. — Хипотезе о постанку: хипотеза исонскога стварања 237, — хемиских реакција 237, — плутонскога метаморфизма 237, — инјекционог метаморфизма 238, — динамометаморфизма 238, — пијецокристализације 239. — Садашње стање питања шистогенезе 240.	
Деоба кристалистих шкриљаца 241. — Гнајс 241. — Лептинити 241. — Микашисти 241. — Хлоритошисти и талкшисти 242. — Филити 242. — Амфиболити, еклогити и глаукофанити 242. — Калцишист 243.	
Распадање кристалистих шкриљаца 243.	

ДЕО ТРЕЋИ

ПОСТАНАК ПЛАНИНА 244

Задатак Орогеније 244. — Називи брдских делова 244. — Карактеристике брегова 246. — Деоба планина 247.

I. ВУЛКАНСКИ БРЕГОВИ 248

Разлике измеђ вулканских и невулканских брегова 248.

Вулканске купе 249. — Кубета од навирања 250. — Вулкански зупци 251. — Лаколитски брежуљци 251.

Вулканска и невулканска грађа у вулканским купама 251.

Пукотински сливови, плоче, покрови без купа 252. — Размештај вулканских брегова 252.

Разорење вулкана 253.

II. ОСНОВИ ГЕОТЕКТНИКЕ 254

Особине слојева 254. — Серије слојева 255. — Идентичност изданака 256. — Положаји слојева 256. — Врсте поремећаја 256. — Сложно и несложно наслагање 257.

Дислокације 257.

Набори 258. — Положаји бора 260.

Навлаке и покрови 261. — Брдска краљушт 262. — Брдске кришке 263. — Груписање набора 263. — Нетектонски набори 264.

Раседи 264.

Експерименти у Тектоници 266.

III. РАСЕДНИ БРЕГОВИ И БАСЕНИ 267

Тимор 267.

Раседне потолине 268.

Континенти, океани, и старе масе 269.

IV. НАБОРНИ БРЕГОВИ 269

Облик и величина 269. — Правац 271. — Трајање набирања 272. — Планинске системе 273. — Масиви 274. — Слабљење и смањење набирања 274. — Везе геолошких и орогених периода 275. — Геолошка старост планинских система 275. — Геосинклинале и Орогенеза 276. — Циклус геосинклинала 277. — Стара копна 278. — Смањене обима земљиног 278.

V. ПРЕКРАЈАЊЕ БРЕГОВА 279

Прекрајање наборних брегова 279.

Тектонско прекрајање 289. — Промењивање и разорење брегова ерозијом 280. — Боре 280. — Навлаке 280. — Окна 281.

Разоравање наборних брегова 281. — Трупине 282. — Старе масе 283. Орогени поврати 283. — Харц 283.

Прекрајање раседних брегова 283.

VI. ЕРОЗИОНИ БРЕГОВИ 284

Денудационе купе 284, — степени 284, — гребени 285. — столови 285.

VII. РАЗМЕШТАЈ ПЛАНИНА 285

Груписање планина 286. — Архајско, препалеозојско, хуронско набирање 286. — Прастаре масе 286. — Каледонско набирање 287. — Херсинско набирање 287. — Алписко набирање 288.

Европа 289. — Пиринеји 290. — Јура 290. — Алпи 291. — Апенини 294. Динариди 294. — Балканска стара маса 296. — Карпати 297. — Балкан 298. — Крим 299. — Кавказ 299.

Азија 299. — Урал 300. — Хималаји 300.

Африка 300. — Атлас 300. — Сахариди 300.

Америка 300. — Лауренција 300. — Камените Горе 301. — Апалаша 301. — Елегани 301. — Аљашкиди 301. — Basin Rangs 301.

Анди 301.

Аустралија 301.

VIII. УЗРОЦИ ИЗДИЗАЊА ПЛАНИНА 302

Хипотеза: плутонска 302, — контракције 302, — геометриске 303. — експанзије 303, — изостазије 304, — колебања магмаzone 305, — хипотеза суљања 305, — хипотеза о померању континента 306, — о утицају силе теже 306, — о разликама температуре 306, — о електромагнетним струјама 306.

Авбучни списак садржаја 307

Исправке штампарских погрешака 313

Садржај 314

КЊИГЕ ЗА НАСТАВУ ГЕОЛОГИЈЕ, ПАЛЕОНТОЛОГИЈЕ И МИНЕРАЛОГИЈЕ

Ј. М. Жујовић :

Петрографска Минералогија.

Петрографија. I. Еруптивне стене.

„ II. Седиментне стене. Метеорити.

Геологија Србије. I. Топографска Геологија.

„ II. Еруптивне стене.

Кратки преглед Историје Минералогije.

„ „ Историје Геологије.

А. Годри :

Геолошко развиће животиња. Превео Ј. М. Жујовић.

I. Терцијерни сисари.

II. Мезозојске животиње.

III. Палеозојске животиње.

Д-р В. К. Петковић :

Геологија и Минералогија.

С. Урошевић :

Минералогија I. Геометриска Кристалографија.

„ II. Физичка Кристалографија.

Ф. Х. Хеч :

Минералогија. Превео и подесио за наше прилике М. Т. Луковић.
