

Н.В. Тюрин

**Курс почвоведения для
лесных ВТУЗов**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 55
ББК 26.3
Н11

Н11 **Н.В. Тюрин**
Курс почвоведения для лесных ВТУЗов / Н.В. Тюрин – М.: Книга по Требова-
нию, 2023. – 312 с.

ISBN 978-5-458-60796-4

ISBN 978-5-458-60796-4

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

продукт—древесина отличается весьма незначительным содержанием зольных веществ и азота. Тем не менее эксплуатация лесов, путем сплошных вырубок сопровождается сильным изменением хода почвенных процессов, благодаря резкому изменению условий, влияющих на почвообразование. Достаточно указать для примера на явления заболачивания или смену пород, которые часто наблюдаются после сплошных рубок.

Более значительные изменения вызываются сельскохозяйственной культурой, при которой отчуждение питательных веществ, незначительное в начальный период натурального хозяйства, достигает крупных размеров в последующие феодальный и капиталистический периоды, благодаря развитию рыночной формы хозяйства. Это отчуждение питательных элементов вместе с рыночными продуктами сельского хозяйства постепенно вело к истощению почв и понижению их плодородия, для восстановления которого потребовалась разработка целого ряда приемов в виде искусственных удобрений, усовершенствованной обработки, мелиораций, введения новых культур и т. д., которыми располагает в настоящее время научная агрономия, и часть которых находит себе применение и в интенсивном лесном хозяйстве.

Использование перечисленных средств повышения плодородия или производительности почв является причиной новых изменений в ходе почвенных процессов, результатом которых является развитие почв, часто глубоко отличающихся по своим свойствам от почв предшествующей фазы почвообразования. И наконец, в настоящий момент, в условиях социалистической системы хозяйства в нашем Союзе, мы имеем начало новых изменений в ходе почвообразовательных процессов, обусловленных широким применением достижений науки и техники и дальнейшим их развитием в целях повышения производительности почв на основе плановой организации территории и перераспределения угодий в общесоюзном масштабе.

Таким образом, современной задачей почвоведения является изучение процессов развития почв в их взаимосвязи не только с природными условиями почвообразования, но и с хозяйственной деятельностью человека, причем основная цель этого изучения состоит в выяснении способов изменения процессов почвообразования в соответствии с современными потребностями производства.

В лесном хозяйстве почва является одним из главных естественных факторов, обуславливающих размеры продуктивности лесов. В связи с растущими требованиями социалистического хозяйства на продукцию лесной промышленности и лесного хозяйства перед последним стоит задача повышения производительности лесных

почв и устранения явлений понижения их плодородия при усиленной эксплуатации леса. Эта задача требует от лесовода, лесокulturника, лесомелиоратора и других лесных специалистов серьезного знакомства с лесным почвоведением, объектом изучения которого являются лесные почвы, в их взаимосвязи с лесной растительностью и с лесохозяйственными мероприятиями.

Но плановое социалистическое хозяйство ставит также задачу рационального использования почв в интересах всего хозяйства страны. В соответствии с этой задачей стоят проблемы перераспределения угодий, — в том числе обращения части лесных почв под сельскохозяйственное пользование и искусственное облесение некоторых безлесных пространств, — в разрешении которых лесным специалистам приходится принимать участие. Это обстоятельство вызывает необходимость для лесовода общего знакомства и с почвами безлесных районов, а также с процессами изменения лесных почв при обращении их в сельскохозяйственное пользование и, наоборот, почв открытых пространств при их облесении.

Только что сказанное предопределяет содержание настоящего курса, в котором, кроме вопросов лесного почвоведения и необходимых для их освещения общих теоретических сведений, в кратком виде изложены и данные о почвах степных и пустынно-степных областей Союза.

Глава I

Происхождение и состав минеральной части почв

Краткие сведения о составе горных пород, слагающих земную кору

Источником минеральной части почв являются горные породы, слагающие поверхностную оболочку земной коры. Эти породы делятся по генетическому признаку на три главные группы:

- 1) группу изверженных или магматических пород, образовавшихся при застывании расплавленной магмы;
- 2) группу осадочных пород, возникающих в основном путем разрушения изверженных пород и последующего переноса и отложения продуктов разрушения;
- 3) группу метаморфических пород, получившихся преимущественно путем изменения осадочных пород при опускании их в глубокие зоны земной коры, вследствие дислокационных явлений.

В составе земной коры, на доступную для исследования глубину 15—20 км главную роль играют изверженные породы, составляющие по Кларку 95%; на долю осадочных пород приходится только 5%. Но на самой поверхности земной коры это соотношение изменяется в обратную сторону. Именно, по данным Тилло, 75% земной поверхности занято осадочными породами, на долю же изверженных (и метаморфических) пород приходится только 25%.

Таким образом непосредственное участие в почвообразовании принимают преимущественно осадочные породы. Первоисточником их являются, как уже сказано, изверженные породы, при разрушении или выветривании которых образуется рыхлый материал, переносимый в осадочные породы путем дальнейших процессов переноса и отложения. В ряде случаев однако непосредственным материалом для образования осадочных пород являются и продукты разрушения метаморфических пород.

Образование рыхлого материала при разрушении или выветривании массивных изверженных и метаморфических пород имеет существенное значение для почвообразования, так как на таком материале, способном воспринимать и удерживать в себе влагу атмосферных осадков, возможно уже развитие растительности, а следовательно и почвообразовательного процесса в собственном смысле этого слова. Этих условий в невыветрившихся массивных породах не имеется. Следовательно, выветривание изверженных (и метаморфических) пород и дальнейшие процессы образования преобладающих на земной поверхности осадочных пород можно

рассматривать, как подготовительную стадию почвообразовательного процесса, в результате которой возникают материнские или почвообразующие породы, составляющие минеральную основу почв.

Таким образом изложение вопроса о происхождении минеральной части почв нам следует начать с рассмотрения процессов выветривания изверженных и метаморфических пород. Этому рассмотрению мы предпослём самый сжатый обзор их минералогического и химического состава.

Краткий обзор минералов изверженных и метаморфических пород. Минералы, из которых состоят изверженные и метаморфические породы, могут быть разделены на две части: существенных или породообразующих минералов, которые составляют главную массу породы и определяют принадлежность последней к тому или иному семейству, роду и виду, и минералов второстепенных, содержание которых в породе очень незначительно, но которые имеют тем не менее важное значение в качестве источника некоторых питательных элементов для растений.

К существенным или породообразующим относятся следующие главные группы минералов:

1. Кварц. 2. Полевые шпаты. 3. Фельдшпатиты, или заместители полевых шпатов. 4. Пироксены (авгиты) и амфиболы (роговые обманки). 5. Оливин. 6. Слюды и некоторые другие (напр., гранаты).

За исключением кварца, представляющего собою безводную окись кремния, все остальные из перечисленных минералов относятся по своему составу к простым или сложным силикатам, т. е. представляют собою соли кремневых, алюмокремневых и частью феррикремневых кислот. При этом, первые три группы объединяют минералы большей частью бесцветные или слабо окрашенные, в состав которых входит кремнезем (SiO_2), глинозем (Al_2O_3), щелочи (K_2O , Na_2O) и кальций (CaO). Остальные три группы включают цветные, частью темные минералы, в которых помимо указанных элементов значительную роль играют железо и магний, почему они называются также железисто-магнезиальными силикатами.

Что касается второстепенных минералов, то количество их очень значительно, а состав весьма разнообразен. Из числа их наиболее важными для почв являются апатит, как источник фосфорной кислоты, отчасти хлора, и пирит (FeS_2), являющийся источником серной кислоты.

Относительное содержание перечисленных групп минералов в изверженных породах характеризуется (по Кларку) следующими цифрами: кварца около 12%, полевых шпатов 60%, пироксенов и амфиболов 18%, слюд 4%, прочих минералов 6%. Таким образом, преобладающее значение в составе изверженных пород принадлежит полевым шпатам.

Напомним вкратце химический состав перечисленных групп минералов.

Кварц — SiO_2 представляет собою кристаллическую безводную окись кремния. Он является устойчивым минералом, трудно поддающимся химическому выветриванию при условиях, которые имеются на земной поверхности.

Полевые шпаты представляют собой соли сложных алюмокремневых кислот — $\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ и $\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_8\text{O}_{20}$. Солями первой кислоты являются щелочные полевые шпаты — калийный $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$, в виде минералов ортоклаза и микроклина, и натровый $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$, в виде минерала альбита.

Соль второй кислоты представлена известковым полевым шпатом или аюртитом — $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$.

Кроме перечисленных полевых шпатов в изверженных породах имеют очень большое распространение полевые шпаты, представляющие по составу изоморфные смеси частиц альбита и аюртита в различных соотношениях; это так называемые известково-натровые полевые шпаты или плагиоклазы. Полевые шпаты подвергаются выветриванию, причем дают, как увидим дальше, глинистые продукты и углекислые соли калия, натрия и кальция.

Фельшпаты, или заместители полевых шпатов, являются также солями алюмокремневых кислот, частью в соединении с хлористыми и серноокислыми солями. К числу их относятся следующие минералы:

Лейцит — $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ — представляет собою белый минерал, являющийся калийной солью алюмокремневой кислоты $\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$; встречается в основных породах, напр. в базальтах.

Нефелин — $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, кроме натрия, всегда содержит также некоторое количество калия. Встречается как в средних, так и в основных породах — нефелиновых сиенитах, базальтах и др.

Содалит — $3\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{NaCl}$ — представляет собой двойную соль — соединение трех частиц нефелина с двумя частицами хлористого натрия, поэтому при выветривании служит источником хлористых солей. Является спутником нефелина в перечисленных выше нефелиновых породах.

Нозеан — $3\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{Na}_2\text{SO}_4$ — и **гаюин** — представляют собою минералы, аналогичные содалиту, только нозеан вместо хлористого натрия содержит сернокислый натрий, а гаюин сернокислый кальций; поэтому при выветривании они являются источниками сернокислых солей. Встречаются в молодых нефелиновых и лейцитовых породах.

Пироксены и **амфиболы** представлены многочисленными минералами, являющимися либо простыми силикатами, именно солями метакремневой кислоты H_2SiO_3 , либо сложными силикатами, т. е. солями алюмокремневых или феррикремневых кислот. Из простых силикатов можно назвать следующие минералы:

Энстатит — MgSiO_3 — магнезиальный пироксен зеленоватого или темнозеленого цвета; встречается в основных породах — габбро, норитах и перидотитах.

Волластонит — CaSiO_3 — известковый пироксен; встречается в метаморфических породах.

Диопсид — $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ — известково-магнезиальный силикат, иногда с значительным содержанием железа (диаллаг); встречается в основных породах.

К сложным алюмо- и феррикремневым минералам этой группы относятся:

Авгит — $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe})\text{Si}_2\text{O}_6 + \text{CaAl}_2\text{SiO}_6$ — (по Валу) — магнезиально известковый глиноземный пироксен темнозеленого или черно-зеленого цвета представляет собою весьма распространенный минерал во многих изверженных, преимущественно основных породах.

Роговая обманка — $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ — в изоморфной смеси с магнезиально-железистыми алюмоферрисиликатом — $(\text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{Al}, \text{Fe})_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$, а также примесь $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, имеет обычно темный, иногда даже черный цвет; встречается во многих породах: гранитах, сиенитах, диоритах, фonoлитах, андезитах и др.

Оливин ($\text{MgFe})_2\text{SiO}_4$ является магнезиально-железистой солью ортокремневой кислоты H_4SiO_4 ; оливин — минерал зеленого или желтовато-зеленого цвета. Встречается в основных породах — диабазах, габбро, базальтах и т. д.

Слюды. — Сюда относятся минералы, отличающиеся от вышеперечисленных тем, что они являются кислыми солями алюмо- и феррикремневых кислот, т. е. содержат в своем составе не замещенный на основания водород. Сюда относятся несколько минералов, из которых следует назвать мусковит и биотит.

Мусковит — $\text{H}_2\text{KAAl}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$ — бесцветная или белая слюда; встречается в некоторых гранитах; как породообразующий минерал, имеет небольшое значение.

Биотит, или черная, иначе магнезиальная слюда, имеет гораздо более сложный состав, который можно представить как соединение двух ядер — ядра мусковита, в котором часть алюминия замещена на железо, и ядра оливина. Биотит является гораздо более распространенным, встречаясь в качестве существенного минерала в гранитах, диоритах, порфирах и др.

Второстепенные минералы. Наибольшее значение из них имеют апатит и перит. Апатит имеет состав $\text{Ca}_5\text{Cl}(\text{PO}_4)_3 + \text{Ca}_3\text{F}(\text{PO}_4)_3$; иначе его можно представить, как фосфорнокислый кальций с примесью хлористого или фтористого кальция. Встречается в виде микроскопических кристаллов в ряде изверженных пород.

Пирит — FeS_2 , распространен в изверженных породах, как и апатит.

Из числа других второстепенных минералов можно упомянуть также магнетит — Fe_3O_4 , рутил — TiO_2 (двуокись титана), довольно распространенные в метаморфических породах гранаты, представляющие соли алюмокремневых кислот с двухатомными основаниями, и ряд других, имеющих меньшее значение с точки зрения почвообразования.

Главнейшие представители изверженных и метаморфических пород. Изверженные породы, в зависимости от химического состава исходного материала — магмы, и от условий образования, могут иметь различный минералогический состав и различную структуру. Благодаря чему среди них различают несколько групп и большое число семейств, родов и видов. Наиболее крупным подразделением изверженных пород является их разделение на группы кислых, средних и основных пород.

К кислым породам относятся изверженные породы, имеющие избыток кремнекислоты, не связанной с основаниями, который присутствует в породе в виде свободного кварца. Наряду с последним, полевые шпаты представлены видами с большим содержанием кремнекислоты, т. е. ортоклазом и альбитом, а также плагиоклазами с относительно большим содержанием альбитовых частиц.

Типичными представителями кислых пород являются граниты, состоящие из кварца, только что перечисленных полевых шпатов и сравнительно небольшого количества слюды (обычно биотита), иногда роговой обманки.

Средние породы характеризуются таким соотношением между кремнекислотой и основаниями, при котором кремнекислота может быть полностью связана с последними. Поэтому, при преобладании щелочных полевых шпатов, т. е. ортоклаза и альбита, свободного кварца в породе не имеется. Таковы, например, сиениты, сходные по составу и структуре с гранитами, но отличающиеся от них отсутствием кварца. Если же имеется кварц, то полевые шпаты представлены преимущественно известково-натровыми плагиоклазами. Сюда относятся кварцевые диориты, кварцевые порфириды и некоторые другие.

В основных породах имеется недостаток кремнекислоты, следовательно, избыток оснований. Они богаты содержанием железисто-магнезиальных силикатов, т. е. пироксенов и амфиболов, во многих из них встречается оливин (в котором на одну молекулу SiO_2 приходится две молекулы магния с железом), а полевые шпаты представлены преимущественно основными плагиоклазами с большим содержанием кальциевого полевого шпата.

К ним относятся: диориты и андезиты, близкие по составу к средним породам, так как содержат преимущественно кислые плагиоклазы, далее габбро, диабазы и базальты, являющиеся типичными основными породами. Большая часть основных пород, благодаря значительному содержанию железисто-магнезиальных силикатов имеет темную, иногда даже черную окраску, в отличие от светлой, в общем, окраски кислых и средних пород.

Что касается метаморфических пород, то они делятся также на группы, сходные по составу с описанными группами изверженных пород.

Гнейсы представляют собою породы, аналогичные по составу

с границами, т. е. в них входят, в качестве существенных составных частей, кварц, щелочные полевые шпаты (ортоклаз), отчасти плагиоклазы и слюда (биотит).

Сиеенитовые гнейсы сходны по составу с сиеенитами, т. е. могут быть отнесены к группе средних пород.

Диоритовые гнейсы, слюдяные сланцы, амфиболовые, пироксеновые сланцы и др. аналогичны по составу с основными изверженными породами.

Выветривание горных пород

Изверженные и метаморфические горные породы образовались при высокой температуре и обычно при высоком давлении, следовательно, в условиях, резко отличных от условий, господствующих на земной поверхности. Поэтому, выходя на дневную поверхность, они подвергаются постепенному процессу сильного изменения как в физическом, так и в химическом отношении. Этот процесс носит название выветривания.

Различают механическое и химическое выветривание.

Механическое выветривание состоит в физическом разрушении породы, в распаде ее на более или менее мелкие обломки, причем химический состав породы и составляющих ее минералов может не изменяться, хотя по мере физического раздробления, в связи с увеличением общей поверхности, увеличивается доступность породы и для химического выветривания.

Главными факторами механического выветривания горных пород являются:

- 1) колебания температуры и
- 2) действие замерзающей воды.

При нагревании породы под влиянием солнечных лучей в течение дня поверхностные слои ее нагреваются до более высокой температуры, чем более глубокие части породы. Вследствие этого происходит неодинаковое расширение различных слоев — у поверхностных оно более значительно, чем у менее нагретых внутренних. Благодаря этому, между слоями создаются условия натяжения, в результате которых происходит образование трещин, параллельных поверхности породы. При последующем охлаждении породы ночью, поверхностные слои охлаждаются быстрее внутренних. В связи с этим, поверхностные слои претерпевают более значительное уменьшение объема, вследствие чего в них появляются трещины разрыва, перпендикулярные к поверхности породы.

Образованию трещин в массивных породах способствует также неодинаковый коэффициент расширения у различных минералов, составляющих горную породу. Вследствие этого, при чередовании нагревания и охлаждения, на поверхности соприкосновения различных минералов возникает натяжение, которое ведет к образованию между ними трещин.

В наиболее резкой форме описанные процессы термического разрушения пород наблюдаются в сухих областях умеренного климата, где колебания температуры на земной поверхности, благодаря сильной инсоляции днем и излучению ночью, достигают значительных размеров. Резкие колебания температуры в течение дня могут вызы-

ваться также грозowymi дождями, так как температура дождя может быть значительно ниже, чем температура нагретой поверхности породы.

В странах с умеренно холодным климатом, а также в арктических и высокогорных областях, значительную роль в механическом выветривании пород играет замерзание воды в трещинах, образовавшихся при термическом выветривании. При замерзании вода, как известно, увеличивает свой объем на $\frac{1}{11}$ первоначального объема; поэтому замерзание ее в трещинах ведет к постепенному расширению последних и распространению их вглубь породы.

К факторам механического выветривания следует также отнести действие ветра, который с помощью передвигаемых им песчинок производит работу обтачивания пород, особенно заметную на менее твердых частях последних, и действие силы тяжести, вызывающей падение обломков горной породы с возвышенных скал к подножью; при этом падении, вследствие ударов друг о друга, происходит дальнейшее размельчение крупных обломков на более мелкие осколки.

Крупным фактором механического выветривания являются, кроме того, ледники, которые при своем движении производят огромную работу перетирания и измельчения переносимого ими материала.

Химическое выветривание. Разрушение породы под влиянием механического выветривания, сопровождающееся увеличением общей поверхности получившегося материала по сравнению с поверхностью массивной породы, способствует процессу химического выветривания, под влиянием которого происходят глубокие изменения в составе породы. В виду большого значения процессов химического выветривания для образования минеральной части почв, остановимся несколько подробнее на их рассмотрении.

Факторами химического выветривания являются атмосферные факторы — вода, углекислый газ и отчасти кислород.

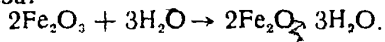
Вода является главным фактором химического выветривания как потому, что только в присутствии воды возможно действие кислорода и углекислого газа, так и потому, что вода сама по себе является реагентом, активно участвующим в реакциях разложения минералов, составляющих горную породу.

Во-первых, она оказывает растворяющее действие. Однако, большинство породообразующих минералов изверженных и метаморфических пород практически нерастворимо в воде, или имеет такую незначительную растворимость, что это действие воды проявляется только наряду с ее разлагающим действием, в результате которого образуются растворимые в воде соединения.

Во-вторых, вода может вступать в состав минералов, переводя их из безводных в водные соединения, в связи с чем может измениться их физическое состояние и некоторые другие свойства, напр., растворимость.

Примером этого гидратирующего действия воды является переход безводных окисей в гидраты.

Так, напр., кристаллический гематит, или железный блеск, — Fe_2O_3 , встречающийся в качестве второстепенного минерала в изверженных породах, переходит, присоединяя воду, в коллоидальный гидрат окиси железа:



Но наиболее важным является разлагающее действие воды на минералы, так как оно ведет к существенным изменениям в химическом составе первоначальной горной породы.

Диссоциация воды. Разлагающее действие воды обусловлено электролитической диссоциацией ее на ионы H^+ и OH^- , благодаря чему между основаниями минералов и водородным ионом воды возникает реакция обмена, следствием которой является изменение химического состава минерала.

Степень диссоциации чистой воды крайне незначительна; при 22° она выражается следующей величиной:

$$[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$$

$[H^+]$ и $[OH^-]$ обозначают собою концентрации ионов водорода и гидроксидов в граммионах на 1 литр воды. Так как в чистой воде количество ионов водорода равно количеству ионов гидроксидов, т. е.

$$[H^+] = [OH^-]$$

то концентрация ионов водорода в чистой воде равна очевидно

$$[H^+] = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7}$$

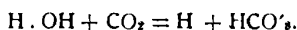
т. е. в одном литре чистой воды содержится только одна десятиллионная грамма иона водорода.

Диссоциация воды несколько увеличивается с повышением температуры; если принять степень диссоциации воды при 0° за единицу, то диссоциация при более высоких температурах выразится следующими относительными цифрами:

t	0°	10°	18°	34°	50°
	1	1,7	2,4	4,5	8,0

Следовательно, разлагающее действие воды при повышении температуры заметно усиливается. Этим может быть объяснена различная интенсивность процессов химического выветривания в различных климатических областях, так как в холодных и умеренных поясах, при низкой температуре короткого лета, процессы выветривания должны идти менее энергично, чем в теплых и жарких странах.

Гораздо более значительное увеличение концентрации ионов водорода в воде вызывает наличие в ней растворенного углекислого газа, а также следов минеральных кислот, как напр., азотной, которая в незначительных количествах может попадать в атмосферные осадки при грозах. Так, напр. в воде, насыщенной углекислым газом, концентрация ионов водорода достигает величины $10^{-4,5}$ т. е. увеличивается по сравнению с чистой водой в 300 раз. При менее значительном содержании углекислоты возрастание концентрации ионов водорода несколько меньше, но все же последняя может в несколько десятков раз превышать концентрацию ионов водорода чистой воды. Так как произведение величин концентрации ионов водорода на величину концентрации ионов гидроксидов в воде или слабых растворах оказывается величиной постоянной (при одной и той же температуре), равной 10^{-14} , то увеличение концентрации ионов водорода влечет за собой соответственное уменьшение ионов гидроксидов. Так, напр. при увеличении концентрации ионов водорода до $10^{-4,5}$, при насыщении воды углекислотой, концентрация ионов гидроксидов уменьшается до $10^{-9,5}$. Получается это вследствие того, что ион гидроксидов идет на образование иона углекислоты HCO_3^- , согласно схеме



Наличие в растворе водородных ионов обуславливает кислые его свойства, наоборот, присутствие ионов гидроксидов — OH^- является признаком щелочной

реакции. В чистой воде количество обоих ионов одинаково; поэтому чистая вода имеет нейтральную реакцию. При увеличении же концентрации ионов водорода и соответственном уменьшении ионов гидроксила, в растворе значительно преобладают ионы водорода, и потому раствор приобретает кислую реакцию.

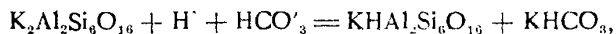
При обратном соотношении, когда в растворе увеличивается концентрация ионов гидроксила и уменьшается количество ионов водорода, раствор делается щелочным.

Наличие в воде растворенного углекислого газа значительно увеличивает концентрацию ионов водорода, следовательно сообщает воде кислую реакцию. А так как разлагающее действие воды на минералы обязано наличию в ней свободных водородных ионов, то очевидно, что в присутствии растворенной углекислоты это действие должно быть гораздо более значительным, чем у чистой воды.

Вода же атмосферных осадков всегда содержит углекислоту, и таким образом разлагающее действие воды на минералы неотделимо от действия углекислоты.

Рассмотрим, в чем состоит это разлагающее действие воды и углекислоты на главнейшие породообразующие минералы. Начнем с наиболее распространенных в изверженных породах минералов — полевых шпатов.

Выветривание полевых шпатов. Если взять для примера калийный полевой шпат — ортоклаз, то действие на него диссоциированных молекул воды с углекислотой может быть представлено в начале следующей схемой:

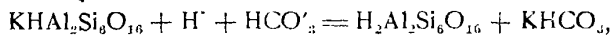


т. е. водородный ион диссоциированной молекулы воды замещает часть калия в ортоклазе, в результате чего ортоклаз переходит в кислую соль, аналогичную по составу слюде (мусковиту), а вытесненный калий дает в растворе двууглекислую соль. Углекислый калий, будучи солью слабой кислоты и сильного основания, имеет щелочную реакцию, благодаря разложению его водой, которое называется гидролизом:



в результате получается сильно диссоциированная на ионы **K** и **OH** щелочь и слабо диссоциированная угольная кислота. Появление в растворе значительных количеств ионов гидроксила сопровождается соответственным уменьшением ионов водорода, поэтому, дальнейшее замещение калия в ортоклазе на водород будет возможно только в том случае, если новые порции воды атмосферных осадков удалят образовавшуюся углекислую соль калия, и реакция раствора снова делается кислой.

Когда это будет достигнуто, реакция замещения может пойти дальше по следующей схеме:



т. е. весь калий ортоклаза будет замещен на водород, и таким образом вместо ортоклаза получится свободная алюмокремневая кислота $H_2Al_2Si_6O_{16}$, а вытесненный калий образует опять углекислую