

Н.Н. Иванов

**Дорожное почвоведение и
механика грунтов**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 528
ББК 38.2
Н11

Н11 **Н.Н. Иванов**
Дорожное почвоведение и механика грунтов / Н.Н. Иванов – М.: Книга
по Требованию, 2021. – 388 с.

ISBN 978-5-458-60589-2

ISBN 978-5-458-60589-2

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

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 первозданном 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

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ ¹

ПОНЯТИЕ О ПОЧВЕ И ГРУНТЕ И ПРОЦЕССЫ ПОЧВО-ОБРАЗОВАНИЯ

ГЛАВА I

ПОНЯТИЕ О ПОЧВЕ И ГРУНТЕ

Верхний пояс земной коры между атмосферой и литосферой — скалой, совершенно недоступной для воздействия агентов атмосферы, называется корой выветривания. В коре выветривания происходят разнообразные и сложные процессы изменения горных пород, состоящие: 1) в разрушении образующих ее каменных пород и превращении их в новые химические и механические образования и 2) в перемещении продуктов распада в горизонтальном и вертикальном направлениях.

В коре выветривания можно различать два слоя: верхний — слой органической жизни, называемый почвой, и нижний — слой ее распада и минерализации, называемый грунтом.

Зачатки знаний о почве возникли в глубокой древности. С тех пор как человек стал обрабатывать землю, у него начали накапливаться навыки к распознаванию почв, с точки зрения пригодности их для произрастания на них нужных ему растений. С накоплением знаний о почве появляются обобщения относительно свойств почв, но эти обобщения вначале касаются только практических применений. Так, например, римлянин Катон разделяет почвы по их способности производить то или другое растение. Колумелла разделял почвы на кислые и сладкие, но он не говорит, что значат эти свойства сами по себе; он вводит эти определения с целью решить вопрос о пригодности той или другой почвы для культуры растений.

В начале XIX столетия в Западной Европе вследствие развития земледелия появляется серьезный интерес к изучению свойств самих почв, почвы подвергаются подробному изучению и, на основе этого, появляется стремление расклассифицировать почвы по их свойствам. Но из этих классификаций видно, что ученые смешивают самые свойства почвы с практической их ценностью, с другой стороны в почвах они рассматривают такие свойства, которые не характеризуют почву как таковую по существу. Из классификаций наибольшим распространением пользовались классификации Тэера, Фаллу и Кноппа. Тээр делит почвы на 6 родов: 1) глинистые, 2) суглинистые, 3) песчанисто-суглинистые, 4) песчаные, 5) гумусовые, и 6) известковые.

¹ 1, 2, 3 части написаны В. В. Охотиним; 4 часть — Н. Н. Ивановым.

Фаллу делит все почвы на два класса: первичные и наносные. Затем первый класс он делит на 6 родов: 1) почвы кварцевых пород, 2) почвы глинистых пород, 3) почвы полево-шпатовых пород, 4) почвы слюдяных пород, 5) почвы известковые и 6) почвы роговообманковых пород. Второй класс он делит на 4 рода: 1) почвы кремнистые, 2) мергелистые, 3) суглинистые и 4) болотные.

Кнопп делит почвы на 3 категории: 1) силикатные, 2) карбонатные и 3) сульфатные.

Из приведенных классификаций, классификация Тэера основывается на гранулометрическом составе почв, но по гранулометрическому составу мы делим все рыхлые горные породы и из этой классификации нельзя усмотреть, что почва по своим свойствам чем-либо отличается от других рыхлых горных пород.

Классификация Фаллу относится к типу петрографических. В основу ее положен петрографический состав почвы, но так же между собой отличаются и характеризуются обломочные горные породы и если в классификации Фаллу слово „почва“ заменить — „рыхлая горная порода“, то она, с таким же успехом, может быть применена и для них. Отсюда ясно, что классификация Фаллу не касается свойств присущих почвам, свойств, которыми почва отличается от других рыхлых горных пород.

Классификация Кноппа основывается, главным образом, на химизме почв, но химический состав почв, в том виде, как он представлен у Кноппа, не дает достаточного понятия о классифицируемых предметах.

Из рассмотрения вышеприведенных классификаций видим, что западно-европейские ученые не могли отличить почву от рыхлой горной породы, поэтому нельзя и говорить о существовании там почвоведения, как самостоятельной научной дисциплины.

В конце 70-х и начале 80-х гг., проф. В. В. Докучаевым, на основе его знакомства с распределением почв на пространстве Европейской части России вводится понятие о географичности почв. Им выяснено, что подзолистые почвы, черноземные, каштановые и др. в схеме распределяются по указанной территории так, что можно установить определенную закономерность в их распределении и смене одного типа другим.

Такая закономерность не могла быть объяснена ни геологическим строением местности, ни ботаническим составом растительности. Оказывается, что чернозем может развиваться как на песчанистых, так и на глинистых горных породах, как на гранитах, так и на известняках. Точно так же и подзолистые почвы. С другой стороны, на одной и той же породе развиваются различные почвенные типы. Не может быть закономерность географичности почв выведена и из растительных формаций. Правда, некоторым формациям характерны определенные типы почв, но в то же время несомненна связь этих формаций с климатом.

На почву действуют многие факторы, но из них отчетливо выдвигается на первый план — климат. Итак, Докучаевым устанавливается два основных положения: 1) зависимость почвообразовательного процесса от климата и 2) географичность почв.

Этими свойствами почвы существенно отличаются от других рыхлых горных пород. Гранит можно встретить и на крайнем севере, и под тропиками, чернозем же можно найти только в областях умеренного и, в

то же время, континентального климата. Следовательно, если почвы, как комплексы определенных минеральных видов, и могут быть названы горными породами, то эти породы не то, что другие, а чем то должны отличаться от всех остальных. Это, конечно, дает основание, чтобы образовывать из почв особую группу природных тел и создать особую дисциплину для изучения этих своеобразных тел природы.

Из основных законов почв вытекает несколько очень важных следствий. Если на распределение почв в пространстве действует климат, то почвы должны менять свои свойства не только под влиянием тех перемен (в тепле и влаге), которые наблюдаются на разных широтах и высотах, но и от тех, которые зависят от небольших сравнительно колебаний рельефа, так как условия влаги и тепла у самой почвы и внутри нее меняются даже при малом изменении рельефа. Таким образом, из идеи географичности вытекает идея о топографичности почв, т. е. о тесной связи характера почвы с рельефом местности.

Так как местные изменения климата зависят не только от рельефа, но и от растительности, то отсюда вытекает идея о необходимости закономерной связи между почвой и растительностью.

Далее, так как нагревание, охлаждение, увлажнение и высыхание земной поверхности зависят от материнской породы (гранулометрический состав, окраска), то ясна связь почвы с материнской породой.

Но климат, рельеф и растительность — непостоянны. Все эти факторы в геологическом прошлом могли быть другие, и там, где суша существует давно, почвенный покров мог изменяться. Даже, если почвообразователи не изменялись за большой период времени, продолжительность развития почвенного процесса оказывает влияние на характер почвы.

Отдельные почвенные типы являются стадиями почвообразовательного процесса, генетически связанными друг с другом и вытекающими одна из другой. И если в настоящее время почвоведение еще не накопило материала для полного уяснения последовательности перехода одних почв в другие, то во многих случаях схематический цикл развития уже можно наметить. Так, например, для западного Предкавказья Ковда устанавливает следующий генетический почвенный ряд:

I. Почвы заливных почвенных террас р. Кубани.

II. Плавнево-болотные, торфянистые почвы низких подпойменных террас р. Кубани.

III. Плавнево-черноземные почвы I древней террасы р. Кубани (иногда солончаки).

IV. Мощные западно-прикавказские черноземы (различной степени выщелоченности) II и III террасы р. Кубани (иногда солонцеватые).

V. Деградированные и слитые, иногда солощиватые в юго-западной части черноземы предгорий северных и западных склонов Западного Кавказа (IV терраса).

VI. Подзолистые лесостепные с реликтовым горизонтом на лёссовидных отложениях предгорий.

Отсюда вытекает: 1) почвенный покров связан с возрастом и с геологической историей той земной поверхности, на которой образуется почва, и 2) необходимость эволюции почвенного покрова при изменении условий почвообразования.

Что касается эволюции почвенного покрова, при изменяющихся усло-

ниях почвообразования, то это положение, не как логический вывод, а как факт установил акад. С. И. Коржинский, подметивший изменения в черноземах, при заселении их лесом. Эти изменения названы им деградацией.

Наконец, самый существенный вывод из основных законов — это понятие о почве, как особом естественно-историческом теле.

Проф. В. В. Докучаев почву определяет так: почва есть „поверхностно лежащее минерально-органическое образование, всегда более или менее окрашенное гумусом, постоянно являющееся результатом взаимной деятельности живых и мертвых организмов, материнской породы, климата и рельефа местности“.

Можно здесь отметить, что к идее о своеобразности почв, впервые прочно обоснованной Докучаевым, позднее подошли геологи, совершенно не думавшие о почвах. Изучая земную кору на различных глубинах и знакомясь с физико-химическими процессами различных частей этой коры, геологи пришли к заключению, что эти процессы, на разных глубинах, идут не одинаково и ведут поэтому к разным результатам. Вследствие этого, земную кору делят на несколько поясов, из которых самый поверхностный пояс или зона выветривания является поясом, в котором физико-химические процессы идут существенно иначе, чем на глубине. В пределах же этой зоны и находятся почвы.

В дорожном деле нередко приходится иметь дело не только с почвой, но и с ниже лежащей материнской породой (выемки, карьеры и т. п.), поэтому изучению должна быть подвергнута и последняя.

Некоторые почвоведы (Высоцкий, Набоких) объектом своих исследований брали не только почву, но и нижележащую материнскую породу и объект своих исследований называли почво-грунтом, каковой близко соответствует понятиям грунта в дорожном деле. Проф. М. М. Филатов грунтом в дорожно-строительном деле называет „поверхностные горизонты различных горных пород, частью превращенные в почвы, частью же являющиеся подпочвенными слоями, образующими кору выветривания до первого уровня грунтовых вод.“

ГЛАВА II

ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ

Процесс образования почвы представляется чрезвычайно сложным процессом, протекающим неодинаково, в зависимости от различных комбинаций почвообразователей — климата, растительности, организмов, рельефа местности и материнской породы. Но все-таки в нем всегда существует две стороны: 1) распад минералов и обломков горных пород, входящих в почву, ведущий к образованию новых минеральных комплексов и называемый выветриванием и 2) разложение органических остатков, ведущее к образованию гумуса.

ВЫВЕТРИВАНИЕ

Процессы превращения горной породы в почву носят название выветривания. Этот термин как будто указывает на то, что в этом процессе главное значение имеет ветер, но в действительности часто бывает

совсем не так. Иногда действительно ветер помогает этим процессам, часто же он в этих процессах не играет никакой роли.

Главные факторы, от которых меняется химический состав и физические свойства горной породы, суть — колебания температуры, кислород воздуха, атмосферная влага, растворы образующиеся в природных условиях, организмы и продукты их жизнедеятельности; под их влиянием изменяют свои свойства горные породы.

1. Механическое выветривание

Простейший случай выветривания — это, когда порода разбивается на крупные куски, крупные куски на более мелкие, далее куски превращаются в песок и глину. Если посмотреть на гранит, находящийся на земной поверхности и долго бывший в соприкосновении с влагой и кислородом, то можно видеть, что поверхность его не имеет сплошности и твердости; он разламывается на куски, кусочки и т. д.

Если проследить породу вглубь, то увидим, что с удалением от дневной поверхности в глубину куски породы становятся крупнее и мы на некоторой глубине увидим нетронутую горную породу. Отчего это происходит? Главной причиной является колебание температуры. Насколько глубоко достигают эти колебания, настолько в глубину идут и изменения горной породы. И так как в поверхностных слоях эти колебания сильнее чем в глубине, то и изменения горной породы в большей степени сказываются ближе к поверхности, с глубиной же постепенно затухают. Известно, что на некоторой глубине имеется пояс постоянной температуры, там изменений горной породы от температуры уже происходить не может.

Если мы будем наблюдать разрушение горных пород на земной поверхности, то увидим, что оно идет не везде одинаково. Изменения особенно ясно заметны в климате, где воды мало и, следовательно, химические процессы протекают слабо, процессы же механического выветривания будут выступать ярко и ничем не будут затушевываться. Таким местом будут пустыни. В них климат континентальный, колебания температуры очень резкие, даже в пустынях среднего пояса. В пустынях горные породы, в особенности с темной окраской, днем нагреваются до 80°, ночью же температура настолько понижается, что замерзает вода. Эти быстрые колебания температуры, в несколько десятков градусов, оказывают сильное влияние на породы. Породы, как известно, от нагревания расширяются, при охлаждении сжимаются и это поочередное расширение и сжатие породы делает ее неустойчивой тем более, чем разнообразнее ее состав, так как у различных минералов различный коэффициент расширения.

Устойчивость пород зависит и от крупности минералов, составляющих их. Изменение объема отдельных минералов, вследствие колебаний температуры, тем более, чем они крупнее; трещины между ними образуются шире и глубже и вся порода быстрее выветривается. Следовательно, крупнозернистые породы, являясь менее устойчивыми в отношении процессов выветривания, в производстве, как например в дорожном деле, менее ценны.

Путешественники, бывшие в пустыне, свидетельствуют, что механическое разрушение горных пород нигде не происходит так интенсивно, как

в пустыне. Там горные породы с поверхности превращаются в куски, куски делаются все мельче и мельче, превращаются в песок и пыль, которая разносится ветром на далекие расстояния.

Трещины, появляющиеся в горных породах под влиянием охлаждения и нагревания, по наблюдению Вальтера, бывают двоякие — радиальные и тангенциальные. Отслаивающиеся трещины появляются в горных породах слоистых, например, сланцах, и причиной служит нагревание. Это подтвердилось и опытом. Были взяты из пустыни кремневые гальки и нагревались на песчаной бане; при этом было замечено, что при нагревании до 60° появились трещины параллельные периферии, а при 80° — гальки распались на обломки. Радиальные трещины появляются, по наблюдению того же Вальтера, при охлаждении горных пород. Так как охлаждение идет с поверхности и в глубину распространяется постепенно, то верхние части суживаются прежде чем внутренние, вследствие этого в них получается перенатяжение и они лопаются. Замечено, что форма обломков зависит от характера горных пород. Слонистые породы образуют черепки, гранит распадается на отдельные, его составляющие, минералы.

Песок, передвигающийся по пустыне под влиянием ветра, тоже оказывает влияние на горные породы. Твердые породы им шлифуются, в мягких породах он образует углубления, борозды, так что с поверхности породы становятся шероховатыми. Если порода не однообразна, а в ней имеются жилки и при этом жилки состоят из минералов более твердых, чем сама порода, например, жилки кварца в известковом шпате, то они песком отшлифовываются и стираются в меньшей мере, чем сама порода, и потому эти жилки выступают на фоне породы в виде гребешков. Если же жилки состоят из более мягких минералов, чем сама порода, то они стираются больше и на их месте получают углубления.

На изменение горных пород также оказывает влияние господствующий ветер. Ветер, имея все время одно направление, при помощи переносимых песчинок стирает горные породы и придает им форму трехгранников, причем эти трехгранники своими острыми концами обращены в сторону, противоположную той, откуда дует ветер. Так как ветры особенно сильны в пустынях, где они всегда несут с собой песок, и поэтому производят сильное стирание горных пород, то эти трехгранники особенно характерны для пустынь. Некоторые наблюдатели на основании этого даже утверждали, что если в какой-либо местности имеются трехгранники, то они свидетельствуют, что здесь когда-то был пустынный климат. Но это можно признать только с оговоркой. В умеренном климате, например, в черноземной степи, есть пески с валунами и здесь под влиянием ветра происходит перенос песков и встречающиеся на пути валуны этим песком обтачиваются в виде трехгранников. Такие трехгранники были найдены в б. Воронежской губ. в Новохоперском уезде. На берегу Балтийского моря у границы Глинты тоже были найдены трехгранники и здесь они образовались при обтачивании переносимым песком. Поэтому, только на основании присутствия в местности трехгранников, судить о прошлом климате этой местности нельзя. Трехгранники характерны для пустынь и в ней всего больше встречаются, но наряду с этим встречаются эти образования и в других климатах.

В разрушении горных пород в пустыне принимают участие и соли.

Соли растворяются в притягивающейся к ним влаге, но ввиду небольшого количества эта влага не уносится далеко, а проникает только в ближайшие трещины. Днем влага испаряется и соли снова выкристаллизовываются, при этом они оказывают сильное давление на стенки породы. Вальтер указывает, что в пустынях разрушение породы идет часто не с поверхности, а начиная с некоторой глубины. В пустынях юго-восточной Азии известковые породы с поверхности являются почти совсем свежими, а при ударе по ним молотком получается звук, как будто внутри есть пустота; при разбивании наружной корки видно, что внутри имеется ряд трещин, в которых выкристаллизовались соли.

Другая область, где видны большие последствия механического выветривания, — это страны крайнего севера, так называемые арктические области. Здесь главным агентом выветривания является замерзающая вода. (Химическое выветривание идет здесь слабо, так как вода большую часть года находится в твердом состоянии). Непосредственные определения показывают, что все горные породы содержат большие или меньшие количества воды. При охлаждении породы эта вода замерзает и расширяется с большой силой и увеличивает размер трещин.

На берегах полярных морей во время приливов вода заполняет трещины породы, потом при отливе вода замерзает в них и результатом этого является постоянное образование обломков. На Кольском полуострове выступающие горные породы испещрены глубокими трещинами, которыми отделяются от породы громадные глыбы, объемом до 20 м³ и более.

Насколько быстро идет разрушение горных пород под влиянием замерзающей воды, свидетельствуют наблюдения одного исследователя на берегу Берингова моря. Во время своего первого посещения одного острова он заметил у подножия утеса кусок породы, имевший в диаметре более 2 м; возвратясь туда меньше чем через год, он нашел в этом месте вместо этого куска — только многочисленные обломки кубической формы.

Механическое выветривание, хорошо наблюдаемое в пустынях и арктических странах, происходит и в других областях, но там оно маскируется и усложняется химическим выветриванием.

2. Химическое выветривание

Явления химического выветривания несравненно сложнее выветривания механического.

Чтобы понять постепенное изменение горных пород под влиянием химического выветривания, необходимо проследить, что получается с горными породами в лабораторных условиях, под влиянием тех факторов, которые изменяют породы в природе, а также изучить конечные природные продукты химического выветривания. В лабораторных условиях можно наблюдать действие на минералы чистой воды, воды, содержащей углекислоту и слабых водных растворов. Такого рода опыты показали, что реакция между минералом и водой идет настолько медленно, что мы не можем довести опыт до конца. Можно только выявить начало реакции, а о конце делать вероятные догадки. Чтобы проверить эти догадки, мы должны обратиться к природным явлениям, где наблюдаем конечные

результаты влияния воды на минералы. Имея начало и конец, мы уже можем выявить и промежуточные стадии процесса.

При рассмотрении химических процессов мы будем иметь дело с минералами, наиболее распространенными в природе. Они носят название силикатов и алюмосиликатов. Под силикатами разумеются такие минералы, которые вместе с кремнеземом имеют только одно- и двухвалентные (щелочные и щелочноземельные) металлы. Под алюмосиликатами разумеются минералы, имеющие кроме кремнезема и одно- и двухвалентных металлов, еще металлы трехвалентные — алюминий, железо и др.

Теория, объясняющая состав этих минералов, предложена акад. Вернадским. Вернадский рассматривает минералы, содержащие кремнезем и одно- и двухвалентные металлы — как соли кремневой кислоты.

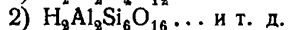
Из кремневых кислот имеют наибольшее значение две: 1) метакремневая кислота, имеющая формулу H_2SiO_3 и 2) ортокремневая кислота, выражающая ее формула — H_4SiO_4 . Минералы суть соли этих кислот. Если мы возьмем метакремневую кислоту H_2SiO_3 и будем заменять водород в ней на металл — кальций, магний, железо, марганец, то получим соли состава — $CaSiO_3$, $MgSiO_3$, $FeSiO_3$, $MnSiO_3$ и т. д. Такого состава минералы мы находим в природе, они встречаются и в чистом виде и в виде изоморфных соединений, как, например, магнезиально-железная соль метакремневой кислоты. Все эти минералы принадлежат к группе авгитов или пироксенов и отчасти к группе роговой обманки, не содержащей в себе глинозема (имеются роговые обманки содержащие глинозем).

Если исходить из ортокислоты H_4SiO_4 и замещать в ней водород теми же металлами, какими замещали водород метакислоты, то получим соли состава Ca_2SiO_4 , Mg_2SiO_4 , Fe_2SiO_4 , Mn_2SiO_4 и т. д. Это соли ортокислоты; они встречаются в природе как в чистом виде, так и, несравненно чаще, в виде смесей и носят название оливинов. На Урале есть породы, состоящие почти из одних оливинов.

Все эти минералы, встречаясь в горных породах, находятся также в песке и глине, как продуктах разрушения горных пород. Это главные представители силикатов.

Алюмосиликаты Вернадский рассматривает как соли кремнеглиноземных кислот, в которых алюминий и кремний находятся в кислотном остатке. Простейшая кислота кремнеглиноземная имеет состав $H_2Al_2Si_2O_8$. Эта кислота встречается в природе как продукт разложения минералов и носит название каолина. Если в этой кислоте заменить водород на калий, то получится соль состава $K_2Al_2Si_2O_8$; это — бесцветная калийная слюда — мусковит. Отсюда и самая кислота Вернадским названа кислотой со слюдным ядром. Кроме этой простейшей кислоты, существует ряд кислот, из которых каждая последующая отличается от предыдущей тем, что в ней содержится на две частицы больше кремниевого ангидрида (SiO_2).

Состав этих кислот следующий:



Если заместить водород в первой кислоте на калий, то получаем соль состава $K_2Al_2Si_4O_{12}$. Это минерал лейцит. Лейцит содержится в вулканических извержениях, напр. Везувия, и играет большую роль в почвах Италии. Замещая водород на калий во второй кислоте, получим соль

$K_2Al_2Si_6O_{16}$ — это будет минерал полевой шпат — ортоклаз; замещая водород на натрий получим $Na_2Al_2Si_6O_{16}$ — это будет альбит.

Минералы, отвечающие составу этих кислот, все содержат слюдное ядро; минералы эти очень распространены в природе; нет ни одной глины, нет ни одного песка, в которых бы их не было. Это замечание особенно относится к полевому шпату и слюде.

В природе встречаются еще группы минералов, которые являются солями кислоты состава $H_2Al_2Si_6O_{16}$. Эта кислота называется хлоритондной. Минералы, сюда относящиеся, имеют в себе хлоритондное ядро. Сюда относятся авгиты и роговые обманки, содержащие в себе глинозем.

Есть еще одна кислота — хлоритовая, состав ее можно представить формулой $(Al_2SiO_6)_n + (OH)_m$. Соли этой кислоты называются хлоритами, встречаются они сравнительно редко.

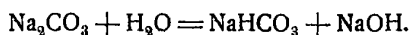
Вот каково представление акад. Вернадского, которое поможет нам разобраться в сущности процессов химического выветривания. Здесь необходимо заметить, что ни одна из теорий, предложенных западно-европейскими и американскими учеными не может удовлетворительно объяснить эти процессы; только с помощью теории Вернадского можно понять природные реакции, на рассмотрении которых она и возникла.

Опытные исследования влияния воды на минералы начаты давно, еще в первой половине прошлого столетия, причем испытывали воздействие на минералы дистиллированной воды, воды, насыщенной углекислотой, влияния слабых растворов и т. д. Первые опыты в этом направлении принадлежат французскому ученому Дюроше. Он ставил опыты таким образом: брал минерал и клал его под стеклянный колокол, насыщенный водяными парами, и держал там продолжительное время — около года. Затем он исследовал — увеличилось ли содержание воды в минерале. При своих исследованиях он получил, что заметные количества воды удерживаются минералом, причем не вся эта вода может быть удалена при нагревании до 100° ; следовательно, эта вода не гигроскопическая; часть ее удаляется при нагревании минерала до темнокрасного каления, а некоторое количество даже при светлокрасном. Следовательно, эта вода не впиталась минералом как губкой, а соединилась с ним как-то прочно. Из этих опытов однако не видно как она соединилась.

Опыты воздействия воды на минералы производил и Джонсон. Он брал слюды калийную и магниальную, помещал их в воду и держал в ней в течение года. Оказалось, что мусковит, содержавший до опыта $1,5\%$ воды, после опыта имел ее 3% и притом изменил и другие свойства, — так например, он потерял свойство упругости. Отсюда видно, что минерал испытал какие-то существенные изменения. Черная, магниальная слюда до опыта содержала 2% воды, после опыта $5,5\%$ и также потеряла упругость. При опытах им было замечено также, что в воде, в которой находилась слюда, появились ее составные части.

В каких количествах переходят составные части слюды в раствор, показывают другие опыты. Когда берется минерал, в состав которого входят щелочи и щелочноземельные металлы, и взбалтывается с водой, то вода получает ясную щелочную реакцию; такую реакцию дают многие силикаты. Когда стали исследовать воду, бывшую в соприкосновении с алюмосиликатом, то в ней нашли почти все составные части. Например, вода, в которой находилась полевой шпат, содержала в растворе K, Al, Si.

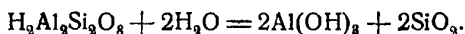
На этом основании может возникнуть вопрос: не растворяет ли вода минерал? Но если бы это было так, то в воде мы имели бы отдельные элементы минерала в таких отношениях между собой, в каких они находятся и в минерале. В действительности же оказывается, что они растворяются в других отношениях, всего более растворяются основания: именно, если в минерале имеется калий, то всего больше растворяется калия, если натрий, то растворяется больше натрия. Второе место по растворимости занимает кремнезем и последнее — глинозем. В процентах, в среднем, оснований растворяется в воде 1—1,5%, кремнезема 0,1—0,2%, глинозема 0,05%; это грубые цифры. Из рассмотрения состава минерала и состава раствора воды, в которой находился минерал, мы должны прийти к заключению, что при воздействии воды на минерал происходит не растворение, а что-то другое. Если бы мы не знали явлений природы и конечных продуктов разрушения минералов, каковы продукты мы находим в природе, то нам трудно было бы иметь об этом суждение. Но мы знаем, что продуктом выветривания получается каолин $\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, т. е. свободная кислота. Следовательно, когда вода действует на силикат, то происходит то же, что и при действии воды на соду, т. е. гидролиз:



Если возьмем алюмосиликат мусковит $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ и подействуем на него водой, то будет иметь место реакция: $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + \text{H}_2\text{O} = \text{KHA}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + \text{KOH}$, т. е. получим кислую соль и щелочь.

При дальнейшем действии воды на эту соль получится свободная кислота (каолин): $\text{KHA}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + \text{KOH}$.

Каолин при благоприятных условиях, когда в почве содержится достаточное количество воды и температура высокая, как это бывает в тропических почвах — латеритах, подвергается дальнейшему выветриванию, а именно он распадается на гель глинозема и гель кремнезема по схеме:



В почвах умеренного климата распадение каолина происходит в малых количествах.

Последовательные стадии выветривания алюмосиликатов и силикатов под воздействием воды можно представить в виде следующих схем: (см. стр. 15).

Таким образом, реакция между алюмосиликатом и водой есть реакция замещения в алюмосиликате металла на водород воды. Эта реакция в природе идет очень медленно и в природных условиях можно найти все промежуточные продукты, получающиеся при этой реакции. Подобно алюмосиликатам распадаются и силикаты. Соли метакремневой кислоты, например, CaSiO_3 при реакции с водой сначала образуют кислую соль, затем свободную кислоту, но так как она неустойчива, то переходит в кремневый ангидрид (SiO_2), в кварц.

Итак, можно утверждать, что результатом воздействия воды на силикаты и алюмосиликаты получаются сначала кислые соли, а потом свободные кислоты.