

## **Часть первая. Внешние геологические процессы Земли**

В этой части дается краткая характеристика геологических процессов, которые происходят на земной поверхности или неглубоко в земной коре, водоемах, под действием ветра, воды и различных других процессов при невысоких температурах и давлений.

### **Тема 1. Выветривание горных пород**

На земной поверхности горные породы находятся в условиях взаимодействия с гидросферой, биосферой и атмосферой. Под воздействием смены температуры, замерзания и последующего разогрева горные породы начинают изменяться и разрушаться. Этого процесса называют **выветриванием**, а верхнюю часть земной коры, где эти процессы выветривания происходят, называют **зоной выветривания** или **зоной гипергенеза** (от греческого «гипер» - над, сверху), потому что все проходит на самом верху земной горы. В процессе принимают участие климатические факторы: мороз и тепло, замерзание воды в трещинах. Влияет рельефа местности, прочность, твердость пород и их химический

состав, их сопротивляемость водным раствором с углекислотой или богатой с кислородом. Большое значение имеет влияние растительности и почвенных микроорганизмов, которые способны разрушить породы любой крепости. В зависимости от преобладания физико-географического расположения местности или интенсивности физико-химических процессов выделяют два типа выветривания, физическое и химическое выветривание, в обоих типах определенную роль играют почвенные микроорганизмы.

### **1.1. Физическое выветривание**

При **физическом выветривании** самое большое значение имеет температура, кристаллизация солей и замерзание воды, биологические факторы при этом имеют второстепенное значение. В результате суточных и сезонных колебаний температур происходит нагревание пород, которое ночью может смениться на похолодание и мороз. Горные породы состоят из различных минералов, у которых коэффициенты теплового расширения разные, между

минералами возникают напряжения и небольшие смещения с микротрещинами, в которые попадает вода. Постепенно связи минералов между собой разрушаются и теряют связь с горной породой. Текучая вода может легко смыть мелкие зерна и освободить следующий слой для разрушения. Процесс этот медленный, в среднем уносится с поверхности земли ежегодно всего 0,03 мм слой или 3 мм за 100 лет. За 1000 лет слой будет уже 3 м, а за миллион лет – уже 3 км. Финские геологи считают, что у них из крепких скальных пород эродировано не менее 15 км гор. Такие древние, возрастом около 2 миллиардов лет, магматические и метаморфические породы образуют геологический фундамент Эстонии. На Земля геологическое время продолжается уже более 4,5 миллиарда лет, за это время много разрушено и снова построено геологическими процессами. Планета Земля и сейчас жизнеспособна, о чем свидетельствуют вулканы извержениями и землетрясения. Если бы не движения материков, то наша планета за 100 миллионов лет превратилась бы в

покрытый водой шар, без материков и островов

На интенсивность выветривания при разнице температур имеет значение цвет горных пород, темные породы нагреваются быстрее. Если породы крупнозернистые, то и смещение различных минеральных зерен относительно друг друга больше и порода быстрее превратится в песок и гравий. Быстро разрушаются породы в песчаных пустынях, где нет растительности, мало воды и температурные колебания достигают за сутки 50-70°. Температурное выветривание активно происходит и в горных вершинах, на уступах, где также большие суточные колебания температур.

Большое значение в ход выветривания играет **механическое выветривание**, когда в пустотах и капиллярных трещинах начинают кристаллизоваться. Под давлением растущих кристаллов трещины и поры расширяются, монолитность породы разрушается и камни развалится на куски. Особенно сильным разрушителем является замерзающая вода, при ее замерзании объем льда увеличивается на 10% и оказывает огромное давление на

стенки трещин. Под действием льда легко разрушаются трещиноватые и пористые породы. Они интенсивны в полярных областях и называют **морозным выветриванием**. Сильное механическое давление на толщу горных пород может оказать и корневая система деревьев. Чаще продукты физического выветривания перемещаются вниз по склонам весенними талыми водами или удаляются снегом и льдом.

## **1.2. Химическое выветривание**

В экваториальных, тропических и умеренных ландшафтах физическое выветривание присутствует вместе с химическим выветриванием, однако основную роль при химическом выветривании имеет влага, особенно насыщенная газами и химическими соединениями, как кислород, углекислота вода и органические кислоты. Важнейшим фактором является вода, которая растворяет химические соединения и обуславливает миграцию наиболее подвижных соединений. Большая биомасса растений и высокая влажность при высокой

температуре создает агрессивные органические кислоты, которые способны разрушить различные минеральные компоненты пород. При этом происходят различные химические процессы: окисление, гидратизация, растворение, гидролиз. В экваториальной зоне образуются богатые железные шляпы, каолинитовые месторождения и др.

### **1.3. Биохимическое выветривание**

Особенно важная роль микроорганизмов в почвообразующих процессах. Лишайники покрывают скалы и коренные породы, они выдерживали даже пребывание сутки в открытом космосе и продолжили потом рост на земле. Верхний слой почвы особенно богат бактериями, которые питаются различным материал и со временем разрушают даже скалы. Почвенных бактерий бывает в одном кубическом см до миллиарда. Живые организмы в почве помогают улучшить почву и создают необходимые условия для растений. Растительные и животные остатки проходят гниение при слабом доступе кислорода или вообще его отсутствии. Образуется перегной

(гумус), что является главным компонентом благородия почв.

## 1.4. Коры выветривания

**Коры выветривания** бывают **площадные**, которые покрывают большие площади, и **линейные**, когда развиваются в узких зонах разломных или сильно трещиноватых зон, иногда также вдоль контактов разнородных по физико-механическим свойствам пород. Процессы выветривания рыхлят и преобразуют материал скальных пород. Их отрицательная сторона выражается в том, что подготавливается материал, который легко выносится различными эндогенными геологическими процессами: ледником, текучими водами, ветром и т.д. В зонах выветривания происходит интенсивное движение подземной воды, которая растворяет и вымывает различные минеральные компоненты. Мелкие зерна минералов выносятся речными потоками. В течение многих миллионов лет разрушаются высокие горы, выносятся в мировое море огромное количество песка и

глин, которые образуют будущие толщи осадочные породы.

При выветривании образуются два вида продуктов: **подвижные** и **остаточные**. Подвижные продукты выветривания растворяются в воде и выносятся из места их образования реками, часто до моря и океана. Не весь материал растворяется или уносится, часть из этого материала остается на месте образования в виде коры выветривания.

## **1.5. Коры выветривания в Эстонии**

В Эстонии поверхностные коры выветривания развиты слабо, течение последних 400 тысяч лет мощный ледник со Скандинавии неоднократно двигался через территорию Эстонии принося валуны и материал кристаллических пород из Финляндии и Швеции и унося все продукты выветривания и шлифуя поверхность коренных пород до блеска. Мощные коры выветривания установлены в кристаллическом фундаменте Эстонии, где они достигают толщины до 150 м. Есть основание думать, что такие мощные коры выветривания указывают на зоны бывших разломов, где



выветривание происходила быстрее, чем массивных кристаллических породах. В не затронутых разломами и трещинами породах, по данным бурения мощность коры выветривания обычно составляет первые метры, редко превышает 20-30 метров, а в зонах разломов превышает часто 100-140 м.

## **Тема 2. Геологическая деятельность ветра**

Под геологической деятельностью ветра понимают изменение поверхности Земли, связанное с механическим воздействием на горные породы воздушных масс. Ветер может разрушать твердые породы, переносить или скатывать по поверхности обломочные материалы, пыль, уносить все на дальние расстояния и где-то отложить.

Геологическая работа ветра зависит от скорости ветра, чем больше скорость, тем больше работа ветра. При скорости 3 м/с воздух шевелит листья деревьев, а при скорости 10 м/с ветер качает толстые ветки, переносит мелкий песок и пыль. Буря со скоростью 30-35 м/с может срывать с домов крыши, ломать взрослые деревья пополам, как спички, вырывать с корнями крупные деревья.

Все геологические явления и осадки, ветром вызванные именуется **эоловыми** по имени бога ветра в древнегреческой мифологии. В результате работы ветра меняется формы рельефа, образуются эоловые отложения. Геологическая работа ветра состоит в **выдувании и переносе материала (дефляция), обтачивании твердых объектов (коррозия) и накоплении перенесенного материала (аккумуляция).**

Дефляция происходит в основном в местах, где отсутствует растительность, т.е. пустыни и склоны гор. Проникая во все трещины в земле, сильный ветер выдувает оттуда все частицы, и даже почвенные слои в полях. Так часто происходит на Украине, в южной части России, а также в США и Канаде.

Обтачивание поверхности скал происходит мелкими твердыми частицами, которыми ветер «бомбит» горные породы и разрушает их миллионами частиц. Поскольку породы различной твердости, то ветер создает различные фигуры: грибовидные, столбы и др. причудливых форм.

Вынос рыхлого обломочного материала также одна из существенной работы ветра. Он может поднимать в воздух и перемещать минеральные частицы и обломки различных размеров. Основная часть переносимого ветром материала составляют округленные песчаные, пылеватые и глинистые частицы. При скорости 4-7 м/с ветер переносит частицы диаметром до 0,25 мм, при ветре 10 м/с уже до 1 мм и при ветре 1-13 м/с уже до 1,5 мм в диаметре. При ветре 30-40 м/с песком вместе переносятся и более крупные обломки. Пыль может быть перенесен на огромные расстояния, до 2500 тысяч км. В Финской Лапландии выпал красный снег, и оказалось, что это поднят с песков в Сахаре. Крупные отложения лессов в Китае образовались за счет долгого переноса мелких частиц из пустынь Средней Азии. Даже на острове Хийумаа сильные ветры приносили столько песка на огороды и на строения, что его пришлось вывозить лошадьми несколько дней. Теперь открытые пески в Эстонии закреплены растительностью.

Общая площадь всех пустынь на Земле охватывает приблизительно 15-20 млн. км<sup>2</sup>, а количество переносимого эолового материала в год достигает 1,5 млрд. тонн в год. Геологическую деятельность ветра на морских просторах мы рассматриваем вместе с деятельностью морей и океанов.

### **Тема 3. Геологическая деятельность текучих поверхностных вод**

Водные потоки осуществляют исключительно большую геологическую работу по переносу осадков с материков в моря и океаны. Их количество считается порядком больше, чем переносят ледники или ветер. С поверхности Земли 70,92% покрывают моря и океаны, около 3% земной поверхности покрывают озерами, реками и водоемами. За счет солнечной энергии, вода с поверхности земли и водоемов испаряется и в виде осадков попадает обратно на землю. Около 23% солнечного тепла, что попадает на Землю, используется для испарения воды. Пар поднимается высоко в небо, в верхние слои атмосферы, образуя облака. Облака

переносятся ветром на материки, дождевые капли начинают возрастать размерами, пока их вес не превышает подъемной силы облаков. Осадки в виде снега, града или дождя начинают падать на землю. Капли попадают на землю и начинают движение вниз по склонам. Часть из них образуют ручьи и добираются до реки. Вторая часть просочится в землю, заполняя запасы воды в почве и подземных водных горизонтах. Третья часть выпавшего дождя испаряется сразу и начинает новый круговорот в природе. Часть воды испаряется растительностью, которые для получения питательных веществ из почвы в виде раствора всасывают много воды, а лишнюю воду потом испаряют через листья. Этого процесса называют транспирацией. Возможности крупных деревьев весьма внушительные, ветвистая ива испаряет в году до  $93 \text{ м}^3$ , тополь -  $83 \text{ м}^3$  и т.д. Количество испаряемого в год пара очень большое и превышает  $32\,000 \text{ км}^3$ .

Проделанный солнцем труд не попадает даром. Выпадающие осадки оказываются выше уровня моря и имеют большой запас потенциальной энергии. На земле кали воды

объединяются в мелкие потоки, затем в ручейки, которые объединяются в реки. Поскольку вода движется по склону за счет гравитационных сил, то у воды есть определенная энергия и потоки способны выполнить некоторую работу. Например, дожди и талые воды могут смыть со склонов мелкий разрушенный материал, что внизу склона образуют **делювий** (из латинского „*deluo*” – смываю). Поскольку этими водами смывается со склонов делювий, процесса самого называется делювиальным. Ручьи и реки выносят со своими потоками ежегодно в мировой океан огромное количество растворенных минеральных солей и не растворенного материала. Этому процесса называют **эрозией** („*erosio*” – лат. разносить). Эрозия ежегодно уносит с материков в среднем слой 0,03 мм, что кажется очень небольшим, а если умножить это миллионами лет, то могут получиться многие километры. Финские геологи пришли к заключению, что в районе г. Хельсинки начиная с 1, 83 млрд. лет эродировано 15 км твердых кристаллических пород до начала эдиакарского времени, 635 млн. лет назад.

На крутых склонах или под обрывами скал вдоль рек южной Эстонии за послеледниковое время образовался слой делювия мощностью 0,8-1,0 м. На равнинных участках обычно новых форм рельефа не образуется, имеющие формы понижаются, их склоны выравниваются, а понижения между ними наполняются осадками. Размыв на склонах тем сильнее, чем круче склоны и чем рыхлее материал, например, на только что вспаханных полях.

Образование оврагов связано с более интенсивными водными потоками, что в течение времени образуют на склонах борозды и углубляют их. Возникают русла для потоков, и площадная эрозия переходит в линейную эрозию. Ее интенсивность зависит от размера зерен почвы, состава, угла наклона склонов, растительности и интенсивности. На склоне образуются нарезная, V-подобная долина или овраг. К их самым низким участкам начинают накапливаться кучи вынесенного материала. В Эстонии настоящие балки редки, а в степях они разрушают большие территории и с ними ведется борьба, чтобы сохранить благородные земли. Лучшая

защита от оврагов – это посадка деревьев, которые своими корнями удерживают слабые почвы.

### **3.1. Реки, их профиль и падение**

В руслах рек происходит перенос двумя способами, вынос в виде взвеси или суспензии и путем катания по дну. Все зависит прямо от количества воды и ее скорости движения, чего определяет наклон русла. В течение времени река вырабатывает себе русло и начинает разрабатывать долину. Речная долина шире реки и вся ее ширина не заполнена все время водой, а заполняется только в период половодья, в основном во время таяния снега или во время осенних продолжительных дождей. Река изгибается в долине и начинает во время высокой воды разрушать берега. На дне долины начинают откладываться аллювиальные или речные осадки. На берегах русла начинают формироваться береговые валы. Каждый раз, когда река с взвесью выходит с берегов и вытекает на пойму, ее скорость резко уменьшается и часть твердых частиц оседает на берегу. Летом растительность закрепит минеральные части,



чтобы вода не унесла дальше. Год за годом паводок приносит новый материал на берег и наращивает вал. Поскольку паводковая вода из-за вала не может вернуться в русло, начинается образование болот на пойме.

Эрозионной базой реки является обычно море. Если эрозионная база находится долго на одном уровне, формируется для реки четкий выдержанный пологий продольный профиль. В это время профиль приближается по форме равновесной, когда осадкообразование в равновесии с эрозией. Профиль речного русла несколько круче в верховье и положе около устья, но бывают различия в рельефе. Когда меняется база эрозии, поднимается или опускается уровень водоема, куда река впадает, условия меняются. Например, в Западной и Северной Эстонии земля поднимается быстрее, чем на юго-востоке Эстонии, поэтому там реки врезаются все глубже в коренные породы, а море отступает. Устье реки Эмайыги оказывается все больше затопленным, потому что земля медленно, около 1.5 мм в год погружается. Большие территории затопляются и здесь образуются болота. В

долинах рек часто встречаются террасы, ступеньки выше на берегах, которые указывают этапы врезания реки в долину.

В горных реках можно наблюдать селевые потоки. В высоких горах нет растительности и поэтому летние сильные дожди могут со склон смыть вниз в реки грязь и мелкие камни, в русле эта смесь смешивается большими валунами и вся масса начинает кататься вниз по руслу. Сила селевых потоков огромная, может катать камни в объеме до  $120 \text{ м}^3$  и похоронить целые деревни. Они характерные только горным рекам.

При эрозии реки выделяют глубинную и боковую, первая углубляет дно, вторая – смыкает берега. Русло реки состоит из разных участков, особенно там, где на дне обнажаются различные осадки, осадочные и кристаллические породы. Местами река течет в глубоком широком русле медленно, пока русло не перекрывают скалы. Пороги образуются там, где русло покрыто валунами. Там вымывается весь тонкозернистый материал и остаются только валуны, такого материала называют **перлувием**. **Быстрины** бывают там, где река прижата в узкое русло и

течет очень быстро. Если вода падает вниз с уступа, то здесь **водопад**. Когда там внизу имеются ямы с камнями, то вода начинает крутить эти камни и разрабатывать глубокие ямы, как сверлом. На многих реках Северной Эстонии имеются красивые водопады высотой до 10 м, образовавшиеся на твердых известняках. Их снизу обмывает крутящая вода и большие плиты известняков падают вниз, а сам пород все удаляется от устья, средней скоростью 3,7 м в столетии (водопад Ягала).

Долины рек могут быть самые разнообразные, глубокие каньоны образуются в мягких породах, как песчаники. Крупнейший каньон, Большой Каньон, имеется на реке Колорадо в США. Его длина около 350 км и глубина среди скал около 2 км. Ширина долины в верхней части достигает 16 км.

Текущие воды являются важной силой, которая изменяет рельеф Земли и современную земную поверхность. Очень быстро растут долины рек, где земля быстро поднимается.

Весь разрушенный и унесенные другими процессами, чаще через реки попадает приустьевую часть, где образует дельты, которые образуют часть земли, которую река оторвала от моря со своими аллювиальными осадками. В дельте река разделяется на многие русла, которые могут изменить русло во время половодья. Дельты все время растут. Большие дельты имеют Волга, Нева, Нил. Площадь дельты Лены 45 000 км<sup>2</sup>, у Миссисипи – 36 000 км<sup>2</sup>, и самая большая у Амазоны. Река Хуанхэ в Китае выносит минеральных веществ в море 1380 млн. тонн. Современная дельта достигает площади 250 000 км<sup>2</sup>, и двинулся в сторону моря на 20 км. Не все реки имеют дельт. Если реки втекают в море, где сильные течения или высокие приливы и отливы, которые уносят принесенный материал. Поверхностные воды ежегодно выносят в мировой океан 22 миллиарда тонн обломочного материала и около 3 млрд. тонн растворенных веществ.

### **3.2. Борьба с боковой эрозией рек**

В речных отложениях преобладает тонкий песок и глинистый песок. Реже другие очень

богатые водой осадки. Часто вместе с ними встречаются болотные отложения и торф, потому что в речных долинах всегда влажно и благоприятные условия для развития. Для строений такие грунты очень требовательные и трудные, строить там не следует без особой нужды. Но часто большие города построены в древние времена на берегу больших рек и работа текущей воды продолжается. Боковая эрозия может вымывать грунт под фундаментами и спустить дом в реку. Чтобы этого не случилось, в крупных городах русло реки обкладывают толстыми каменными блоками, которых вода не может сдвинуть с места. Часто строят специальные дамбы выше, чтобы получить электричество. В то же время иметь возможность регулировать поток воды и уменьшать скорость движения воды.

#### **4. Геологическая деятельность морей и океанов**

Моря и океаны охватывают 70,92% от поверхности Земли или 361 455 000 км<sup>2</sup>. Из этого 1/4 часть покрыта льдом. Здесь собрано 97% всех водных запасов на планете или 1,4

млрд. км<sup>3</sup>. Без океанов и морей невозможно представлять нашу планету. Не забываем, что средняя глубина океанов и морей составляет 3900 м, а материковая часть в среднем поднимается на 749 м. Огромная масса морей и океанов совершает большую разрушающую работу, и производит эту в геологическом прошлом, переносит большое количество различного материала и оседает его на дне морей и океанов.

#### 4.1. Строение дна океанов и морей

Дно океанов не является плоским, хотя преобладают большие глубины. Дна океанов пересекают **центрально-океанические горные хребты**, где горы поднимаются на высоту то 1,5-4,5 км от дна. В Атлантическом океане ширина хребта достигает 1500 км и протягивается хребет от Ледовитого океана до Антарктики. Хребет разделен на куски поперечными трансформными разломами. В центральной части хребта расположена глубокая (до 2 км) и относительно узкая (10-40 км) долина, которую называют **рифтовой долиной** (*рифт* – из английского обозначает расселина, ущелье). Некоторые части

центральных хребтов поднимаются выше уровня океана и образуют острова. Одним из таких островов является Исландия.

Подводные **континентальные окраины** океанов представляют собой переход от материка к океану. **Материковая отмель** или **шельф** начинается от материка, и в основном продолжается до глубины 200 м. Со стороны глубоководной части моря шельф ограничена четкой бровкой. Из-за движения морского дна это бровка иногда может быть расположена на глубине до 300-500 м. Ширина шельфа может ограничиваться от нескольких десятков до 1000 км (например, на Ледовитом океане). Рельеф материковой отмели обычно почти ровная, с небольшим наклоном в сторону глубокой части моря. Только вблизи берегов Антарктики наклон дна в сторону материка, потому что на материк навалено слой льда мощностью до 4 км, который давит материк в мантию, в более жидкий слой, чем литосфера.

**В шельфовой зоне** расположены многие моря: Северное, Балтийское, Белое, Восточно-Сибирское и другие. В сторону океана зона имеет часто пересеченный рельеф, и часто

бывает сложно определить, где проходит конкретно граница материкового склона.

**Материковый склон** занимает около 15% всей площади океанов. Склон довольно крутым наклоном, обычно 4-7°, а местами даже 15° и больше. Самый маленький наклон бывает в устьях больших рек, где развиваются крупные дельты, и самые крутые углы там, где проходят современные движения земной коры и образуются разломы. Типичное для материкового склона наличие глубоких каньонов. Около каньонов часто встречаются своеобразные иловые потоки, которые могут захватывать довольно крупные, типа гравия частицы, за счет чего потом образуются своеобразные подобные конгломератам осадки, которых называют **турбидитами**. Их толща особенно толстая среди осадков материкового склона Атлантического океана, а такие осадки известны и в более древней геологической истории, например, около 2 млрд. лет назад в раннем протерозое в Финляндии. Материковый склон продолжается до глубины 3500 м, иногда немногим больше.



**Океаническое дно** занимает вместе с **глубоководными желобами 76,2%** от площади

Мирового океана. Дно начинается с глубины 3500 м и целом довольно ровная, выше поднимаются центрально-океанические хребты, бывшие потухшие вулканические острова и активные рифтовые пояса. Глубокую часть океана образует дно мирового океана с глубинами 3500 до 6000 м. Участки с глубинами более 6000 м считают **глубоководными желобами**. Возраст всех современных океанов считается моложе нескольких сот миллионов лет.

Между горными хребтами и вулканическими островами расположены абиссальные океанические равнины, где наклон не превышает  $0,1-0,3^\circ$  в сторону максимальных глубин, что составляет 5500-6000 м. Под ними расположена типичная океаническая земная кора, толщиной 7-9 км, которой вниз «примерзла» застывшая часть литосферы. Дно океана находится в полном равновесии при давлении океанической земной коры с толщей вод в океане.

Глубоководные желоба занимают только 1,2% Мирового океана, они образуются там, где океаническая плита погружается под другими плитами. Такие желоба окружают Тихий океан со всех сторон, длина каждого может достигать 4000-5000 км, глубина до 11 км. Вдоль всех **зон субдукции**, где плиты погружаются под другие, установлено всюду интенсивная сейсмическая активность с землетрясениями.

#### **4.2. Движение морской воды и сопутствующие этому явления**

Формирования морских берегов и осадков принимает активно участвует движущая вода. Движение воды может быть связано с ветром, который вызывает во время шторма огромные волны, которые с большой силой бросаются на береговые скалы. С волнами поднимаются песок и валуны, которые разрушают скалы. Только за 1-2 дня шторма 5-6 января 2005 года были с берега убраны и измельчены известковые плиты до 8 x 8 м, толщиной 1-2 м и полученный гравий вдоль берега убран в дальний угол залива на полуострове Пакри. Штормовой ветер может изменить береговую

зону. Чем сильнее ветер, тем выше волны и сильнее их работа. При среднем ветре высота волн не превышает 2-3 м, при шторме могут быть волны в открытом океане высотой 15-20 м. Но волнение не передается в глубину более чем 12-кратная высота волн. Даже в океанах нет знаков ряби глубже, чем 200-400 м. Волны разрушают береговую линию и могут подниматься до высоты 20-30 м. Вода с примесью каменного материала является сильной разрушительной силой.

Движение морской воды может происходить путем приливов и отливов за счет притяжения Луны. Местами они достигают 15 м и в таком случае используются для получения бесплатного электричества. В старые времена люди построили специальные ловушки для рыбы на таком берегу, где вода покрывает ловушки во время прилива, а потом рыба остается в ловушках.

**Пассаты и муссоны** вызывают движение воды в океанах. Например, теплое течение Гольфстрим рождается в экваториальной зоне Атлантического океана и движется со скоростью 1-3 м в секунду, что близкое к

скорости течения горных рек. При этом ширина потока достигает 300 км и переносит в секунду 55 млн. м<sup>3</sup> воды. На дне течение образует извилины, меандры, как настоящие реки, пульсирует, но действует постоянно. Для Северной Европы это тепло божий дар, поскольку из-за него температура намного теплее, чем в такой же ширине в Канаде, Сибири или Якутии.

Таких теплых и холодных течений много. Холодные течения представлены Гренландской, Лабрадорской и Канарской течениями в Атлантическом океане, Калифорнский в Тихом океане. На глубине также интенсивные течения с иловыми отложениями с галькой.

**Из течений в океанах** самые страшные цунами, огромные волны высотой до 30-40 м, которых вызывают землетрясения на дне океанов. От них страдают люди береговых районов

Японии, Южной Америки, Австралии и др.

**Невидимое волнение и движение воды** происходит в водяной массе всегда. Впервые это заметил Норвежский полярный исследователь Ф. Нансен.

### **4.3. Аккумулятивная деятельность моря**

Очень интенсивная геологическая деятельность происходит на дне океанов и морей. Реки заносят с материков обломочный материал, который оседает на дне моря. Ближе к берегу оседает крупный материал: гравий, песок, дальше к глубокой части переносятся глина и мелкие частицы. В морях и океанах много живых организмов. Их скелеты также превращаются со временем в осадочные породы. Так в морях родились эстонские глины, песчаники, известняки и доломиты, мергели и горючие сланцы. Только все это происходило 635- 358 млн. лет назад, в каком-то палеозойском море. Когда море отступает, то земля освобождается из-под воды и этого явления называют регрессией моря (отступанием). Но море может и наступать и тогда этот процесс называют трансгрессией моря (наступлением). Последняя регрессия происходила сразу после таяния последних ледников, когда резко поднялась уровень воды в Мировой системе. После этого Фенноскандия освободилась ото льда и начала подниматься, море отступает и

сейчас. На полуострове Пакри можно увидеть гравий на высоте 24 м на уступе, который образовался 8 000 лет назад.

Мощность морских осадков может достигать 25-30 км Пай-Хой на Северном Урале, в Каспийской низменности, на склонах Урала. В морях и океанах образовали различные ценные полезные ископаемые, как: нефть, газовые месторождения, каменный уголь, марганцевые руды, горючий сланец, известняки, песчаники, глины и другие. Надо добавить, что 95% из всех образованных в море полезных ископаемых формировались в прибрежной зоне, глубиной не более 200 м первоначально. Поэтому и ищут полезные ископаемые в основном в древних береговых зонах.

#### **4.4. Диагенез осадков**

В течение миллионов лет накапливается мощная толща осадков. Верхние слои осадков начинают заметно давить на нижние слои. Из пор выделяется лишняя вода, оставшаяся вода обогащается минеральными веществами, которые сцементируют отдельные зерна в осадке. Постепенно осадки превращаются в

твердые осадочные породы, известняки, доломиты, песчаники и другие. Этому процесса называют **диагенезом** (на греческом языке – *преобразование*). Таким же образом формируются горючие полезные ископаемые: каменная и бурая уголь, горючий сланец и торф. Процессы диагенеза проходят обычной температуре и без участия внутреннего тепла и внутренних сил Земли.

## **Тема 5. Геологическая деятельность ледников**

Ледники представляют большие массы многолетнего льда, которые образуются в условиях, где средняя годовая температура расположена ниже 0°C. Ледники приурочены либо к приполярным областям, либо к высоким горным вершинам. Образующие массы льда могут сохраниться только выше снеговой границы. В тропических областях снег сохраниться в горах выше 6 км, а в полярных районах даже на уровне моря. За геологическое время было много ледниковых периодов, когда большая часть материков была покрыта ледниками, мощностью до 2-3

км, как сейчас в Антарктике, в Гренландии и на островах Ледовитого океана.

Сейчас на Земле ледники покрывают 11% площади мировой суши. Основная часть их расположены в Антарктиде, где их площадь достигает 13,5 млн. км<sup>2</sup>. В Гренландии ледники превышают 1,8 млн. км<sup>2</sup>, в Исландии – 11,8 тыс. км<sup>2</sup>, на Канадском арктическом архипелаге – 148 тыс. км<sup>2</sup>, на Шпицбергене – 34,8 тыс. км<sup>2</sup>, ледники Российской Арктики занимают 56,2 тыс. км<sup>2</sup>. Морские ледники покрывают до 7% акватории Земли.

Горные ледники занимают всего 2% всех ледников мира, но исторически сложилось так, что начали изучать ледники именно в Альпах в центре Западной Европы. В горах. Как правило, формируются **долинные** или **альпийские ледники**, которые движутся по руслам рек. Если вначале ущелье было V-образное, то ледяные массы, несущие с собой каменный материал, превращают долину корытообразной U-типа долиной.

## **5.1. Материковые ледники Фенноскандии и Прибалтики**



Нас больше интересуют крупные материковые ледники, которые в последние 400 тыс. лет, по меньшей мере, три раза покрывали северное полушарие. В Европе они брали начало со Скандинавских гор и доходили до Киева, о чем свидетельствуют валуны с Фенноскандинавского щита по пути движения ледника. Аналогичные движения ледника характеризуют Северную Америку. Ледниковые периоды продолжались 120-130 тысяч лет, а промежутки безо льда только 10-15 тысяч лет. Сейчас проходит 4-ое потепление за 400 тысяч последних лет и по всем предметам можно через 1000-2000 лет ожидать нового ледникового периода.

Наиболее типичным отложением является морена, что представляет собой таявшего из ледника несортированный материал, который содержит все размеры обломочного материала от крупных валунов до глинистых частиц. **Поля морены** остаются на месте потерявшихся возможности движения «мертвых» ледников, из которого весь материал вытаивает. Они обычно формируются на равнинных участках.

Самая последняя крупная геологическая эпоха называется кайнозойем, она началась 66 миллионов лет назад и подразделяется на три неравные части: самая древняя имеет название палеозоя и является самым продолжительным – 42,97 млн. лет, продолжительность неогена была 20,442 млн. лет и последняя эпоха – четвертичный период продолжается всего 2,588 млн. лет. Вначале геологи думали, что ледники бывают кратковременные, а межледниковые эпохи являются значительно длиннее. В действительности, после того как пробурили почти 4 км толщу ледника у станции Восток в Антарктиде и делали анализы с каждого кусочка, выяснилось, что ледниковые эпохи намного длиннее межледниковых. И с каждой эпохой связан определенный газовый состав атмосферы, перед новым оледенением всегда был такой состав воздуха, как сейчас у нас.

Движущий толстый слой льда может приносить с собой крупные валуны, в Эстонии из Финляндии, Швеции и со дна Балтийского моря. Валуны встречаются всюду, особенно много их на берегу моря и мелких заливах. Они всегда были препятствием для

землепашца, а строители использовали их, как добротный строительный материал.

## **5.2. Формы рельефа и отложения отступающего ледника**

Огромное количество движущего льда оставляет на скалах ледниковые штрихи, полосы указывающие направление движения льда в данном месте. Ледник может даже по движению ледника сформировать **друмлины**, которые также вытянуты в том направлении. По форме они напоминают продолговатую буханку хлеба. Таких форм много в Эстонии в Йыгеваском уезде. Вооремаа и есть в переводе с эстонского яз. «земля друмлин». Друмлины образуются подо льдом, а для остановившегося ледника характерны другие формы рельефа. Ледник тает летом интенсивно, вода находит для движения расщелины, где быстрое течение занесет много гравия и грубого песка. Они заполняют часть трещины, а когда стены расщелины растают, формируются длинные узкие гряды – **озы**, вытянутые на десятки км. Перед ледником часто образуется ледниковое озеро, где накапливаются своеобразные осадки,

**ленточные глины.** Летом воды много и образуется полоска из мелкого песка, а зимой подо льдом оседают на дно глинистые частицы, полоска узе, но темнее. Так год за годом откладываются ленточные глины, очень характерные только для ледниковых озер. В приустьевых частях рек талой воды ледника образуются такие же дельты, как у обыкновенных рек, той лишь разницей, что в ледниковых реках почти нет органических веществ, вода и песок чище. Но реки могут завершить свой путь на склонах и оставлять след своей работы в виде относительно чистого песка. Такие сухие дельты получили название **зандров** и **зандровых полей**, когда они занимают большую территорию. Ледниковый песок и сейчас является прекрасным строительным песком в Эстонии.

Более мелкими формами являются **камь** или **бугры** на моренных полях. Если в леднике протаяла дыра, то в эту низину вытекает вода с песком, который накапливается, пока кругом есть лед. Когда лед растает, вместо ямы возрастает на морене холм, иногда высотой до 20 м.

## **Тема 6. Геологическая деятельность подземных вод**

Все виды вод, что расположены под поверхностью земли, называют **подземными водами**. С ними часто встречаются шахтеры, за откачку воды необходимо платить огромные суммы за использование природными ресурсами, хотя вода шахтерам не нужна, а просто мешает добывать горючий сланец. В шахтах часто встречаются **тектонические нарушения**, разломы и глубокий **карст**. При карсте вода растворяет горные породы, или их компоненты и уносит химические элементы в море. Если такое растворение протекает долгое время, то могут быть сформированы огромные пещеры или подземные реки. В Эстонии много проявления карста, более известные карстовые поля и подземная река Йыеляхтме. Широко развит карст в шахтах Ида-Вирумаа и в Ленинградской области.

### **6.1. Виды подземных вод**

Вода может встречаться под землей в виде пара, кристаллизационной воды в минералах, как лед, гигроскопическая и пленочная вода,

как летом на холодных камнях, в капиллярах, гравитационная обычная вода. Именно последняя разновидность самая важная для пополнения запасов питьевой воды в водных горизонтах и комплексах.

В горных породах и в горных массивах вода движется либо по порам, как в песчаниках и рыхлых осадках, либо в трещинах, которые почти всегда есть в горных породах, особенно в древних. Земная кора подвижная, материки дрейфуют на поверхности Земли, расходятся и снова сходятся. Все горные породы находятся постоянно под стрессом и отвечают нагрузкам формированием различных систем трещин.

Без этих тектонических трещин вода не могла бы инфильтрироваться в разрез осадочных пород и заполнять водоносные комплексы. Толща осадочных пород Эстонии имеет возраст от 635 до 358 млн. лет, что соответствует времени от эдиакарской системы до конца девонской системы. Только в кембрийских лонтовских глинах отсутствует вода, во всех остальных разновидностях коренных пород вода присутствует.

В Эстонии выделено 8 водоносных комплексов (сверху вниз): четвертичный, верхнедевонский, среднедевонский, нижне-среднедевонский-силурийский, ордовикский, ордовикский-кембрийский, кембрийско-вендский, вода в коре выветривания и трещиноватых кристаллических породах.

## **6.2. Напорные подземные воды**

Напорными являются воды, которые находятся под давлением, чаще между водоупорными слоями. Такими являются практически все водоносные комплексы в коренных породах Эстонии. Самоизливающие скважины известны в низинных участках Пярнумаа, около берегов Чудского озера, на южном склоне возвышенности Пандивере и т.д. Возвышенности Пандивере и Хаанья являются главными источниками пополнения эстонских водоносных комплексов, Пандивере снабжает водой Северную Эстонию, а Хаанья, как это не странно, в основном тоже города Северной Эстонии. Особенно важно это для Ида-Вирумаа, где верхние водоносные горизонты загрязнены добычей и переработкой горючих сланцев.

— — —