**1. Этапы развития жизни на Земле по эрам и периодам**

Архейская и протерозойская эры. В породах архейской эры не обнаружено достаточно ясных свидетелей жизни - окаменелостей и отпечатков. Однако это не свидетельствует об отсутствии жизни на Земле в то время. Современная наука доказывает, что живые существа появились в самую раннюю архейскую эру в результате действия объективных законов развития материи. Наиболее разработанной гипотезой о происхождении жизни на Земле является теория академика А.И. Опарина. По этой теории, в результате взаимодействия парообразной и жидкой воды с карбидами железа, в изобилии содержавшимися в первичной земной коре, происходило выделение простейших углеводородов. Последние, соединяясь друг с другом, с парами воды и азотом воздуха, постепенно образовали сложные органические соединения, которые накапливались в водных бассейнах и являлись материалом для построения живых существ.

Архейская и протерозойская эры характеризуются интенсивной вулканической деятельностью и горообразовательными процессами. В это время произошло расчленение земной коры на участки - жесткие платформы и подвижные геосинклинали.

В пределах европейской части РФ находится Русская платформа, географически занимающая пространство, ограниченное с востока Уралом, с запада Карпатами, с юга Крымом и Кавказом, а с севера полярными морями.

Выступы пород кристаллического фундамента на поверхности земли называют щитами. На территории Русской равнины имеются два кристаллических щита: Балтийский (Фенно-Скандинавский) и Украинский (Азово-Подольский). Балтийский щит занимает Кольский полуостров, Карелию, Финляндию, Швецию и Норвегию. Он сложен крупнозернистыми гранитами, порфирами, гнейсами и кварцитами. Изредка встречаются мраморы и диабазы.

Палеозойская эра. Органический мир палеозойской эры характеризуется богатством и разнообразием форм, существовавших в море и на суше. В наиболее древний, *кембрийский период* этой эры море населяли простые животные: губки, медузы, черви, плеченогие и членистоногие.

В *ордовикский и силурийский периоды* происходили интенсивные горообразовательные процессы (каледонская складчатость). Животный мир в девонское время становился все совершеннее и разнообразнее, особенно это касалось рыб. Появились головоногие моллюски - аммониты, а также первые наземные позвоночные животные.

*Каменноугольный период* характеризуется развитием обильной наземной растительности - папоротников, сигиллярий, лепидодендронов, каламитов и других, которые достигали огромных размеров и послужили основой для образования каменных углей.

В течение всей палеозойской эры море многократно заливало Русскую равнину, оставив после себя мощные толщи известняков, глин, гипсов и других пород. Наиболее древние осадочные породы - кембрийские синие глины - распространены под Санкт-Петербургом; сверху они покрыты ледниковыми отложениями. Там же, а также в прибалтийских странах и в ряде мест Восточной и Центральной Сибири залегают силурийские и девонские известняки, мергели и песчаники, которые прикрыты червертичными отложениями и часто вскрываются по долинам рек.

Породы каменноугольного возраста весьма широко распространены. Они встречаются в Подмосковье и в Донбассе, вдоль восточного и западного склонов Уральского хребта, в Кузнецком бассейне и в ряде других мест. Эти породы представлены известняками различной прочности, кварцевыми песчаниками, черными глинами и каменными углями. Мощность этих отложений в Подмосковном бассейне достигает 0,5 км, а в Донбассе - 10 км.

На территории, занятой каменноугольными отложениями, имеется много карьеров, в которых разрабатываются известняки и реже кварцевые песчаники.

Широко распространены на Русской равнине отложения пермского возраста, залегающие широкой полосой вдоль западного склона Уральского хребта, а также в ряде мест Сибири и Дальнего Востока. Эта система представлена красными глинами и мергелями, известняками, гипсами, ангидритами и конгломератами. Общая мощность их достигает 2000 м. Известняки пермского возраста часто используются как дорожно-строительные материалы.

В течение каменноугольного и пермского периодов на востоке Русской равнины происходили значительные горообразовательные процессы (герцинская складчатость), завершившиеся в пермский период созданием уральского хребта. В дальнейшем (за 250-300 млн. лет) первоначальные вершины Уральских гор сильно разрушились от выветривания, сгладился рельеф, на поверхности обнажились более древние породы.

Вдоль Уральского хребта расположено много крупных карьеров, обеспечивающих строительными материалами города Свердловск, Челябинск, Магнитогорск, Златоуст и др.

Из других имеющихся на Урале материалов необходимо указать дресву гранитов и диоритов, покрывающую коренные породы, а также гравий и песок аллювиального происхождения, залегающие в сравнительно небольших количествах по берегам рек.

Мезозойская эра. В это время происходило дальнейшее развитие морских и наземных животных, в особенности пресмыкающихся, которые в юрское время достигли наибольшего развития. Из них необходимо отметить гигантских динозавров, достигавших 30 м в длину и 5 м в высоту.

В мезозойскую эру происходили медленные опускания и поднятия материков, которые вызывали то наступление моря на сушу (трансгрессии), то его отступание (регрессии). Таких трансгрессий и регрессий моря на протяжении эры было несколько, в результате чего во многих местах Русской равнины встречаются мощные толщи мела, опок, известняков, глин и других пород триасового, юрского и мелового возраста. Примером могут служить залежи мела в северной части Украины, средней части рек Дона и Волги, а также залежи опок у городов Брянска и Пензы.

Кайнозойская эра. Три периода этой эры - *палеогеновый, неогеновый и четвертичный -* отличаются продолжительностью: первые два, объединяемые ранее в один третичный период, весьма длительные (около 67 млн. лет), четвертичный сравнительно короткий (1 млн. лет).

Палеоген и неоген являются промежутками времени, в течение которого животные и особенно растения значительно приблизились к современным формам. В продолжение этих периодов изменился рельеф земного шара. Еще в конце мелового периода началось образование Кавказских и Крымских складчатых гор (альпийская складчатость), а также хребта Сихотэ-Алинь на Дальнем Востоке, завершившееся в неогеновый период. К этому же времени относится образование Карпатских гор и гор Камчатки, Сахалина и Курильских островов.

Кавказские горы представляют собой молодую складчатую горную страну. На их поверхности можно видеть огромные толщи осадочных пород мелового и юрского возраста, а в центральной части на дневную поверхность выходят граниты и порфиры.

Вместе с горообразовательными процессами имели место медленные поднятия и опускания материков, в связи с чем море заливало огромные площади суши с образованием осадков, которые преобразовывались в толщи глин, меловидных и ракушечниковых известняков, опок и пр.

Умеренно холодный климат конца неогенового времени сменился холодным климатом с последующим чередованием более теплых и холодных веков четвертичного периода.

**2. Химический способ распознавания минералов, его достоинства и недостатки**

Для определения минералов пользуются различными методами: кристаллографическим – при изучении кристаллов минералов, измерении углов между гранями, установлении вида симметрии кристаллов; рентгенометрическим – для установления внутренней кристаллической структуры; кристаллооптическим – при определении ряда оптических показателей, свойственных данному минералу; химическим – при проведении полного химического анализа.

Как известно, ни одно месторождение не может быть разведано и оценено без выполнения большого количества химических анализов и других лабораторных исследований. Все шире, вместо классической аналитической химии, внедряются современные физические и физико-химические методы исследования: спектроскопия, колориметрия, пламенная фотометрия, рентгеноспектральный анализ, квантометрия и др. методы. Радиоактивационные (ядерные) методы химического анализа открывают новые возможности, позволяют с меньшими затратами быстро и точно определять состав минералов и горных пород. Успешно развивается изотопная геология.

Все эти методы требуют сложного лабораторного оборудования и довольно дороги, поэтому в практике дорожного строительства с достаточной точностью минералы можно определять макроскопическим (полевым) методом по внешним признакам.

**3. Классификация обломков и частиц осадочных горных пород, принятая в дорожном строительстве**

Изверженные горные породы подвергаются медленному выветриванию, в результате которого видоизменяются и разрушаются. Интенсивность процессов видоизменения и разрушения пород связана, с одной стороны, с их составом и свойствами, а с другой - с характером воздействия таких природных агентов, как вода, воздух, колебания температуры.

Продукты разрушения изверженных горных пород, представляющие собой обломки различных размеров, тонкие минеральные частицы и растворенные в воде химические вещества, остаются на месте своего образования или перемещаются с помощью воды, ветра, ледников или силы тяжести.

В результате накопления минеральных масс на дне водных бассейнов или на суше образуются осадки, которые после их преобразования создают горные породы, получившие название осадочных.

Осадочные породы слагают самую верхнюю часть земной коры и занимают значительную площадь. Они образуются в результате трех процессов: 1) накопления или осаждения обломочного материала, получившегося при разрушении ранее сформировавшихся горных пород (изверженных, осадочных и метаморфических); 2) химического осаждения растворенных веществ; 3) жизнедеятельности организмов.

Важным признаком многих осадочных пород является их слоистость, т.е. расположение пород в толще земной коры параллельными слоями или пластами. Отдельные слои отличаются друг от друга окраской, составом и свойствами. Для многих осадочных пород характерна также большая пористость, наличие окаменелых остатков ранее живших организмов (раковин, костей, игл и т.д.) или их отпечатков.

В образовании осадочных пород, кроме минералов первичного происхождения (кварц, слюда, ортоклаз и др.), принимают участие минералы вторичные - кальцит, гипс, ангидрит, каолинит, монтмориллонит и др. Во многих случаях вторичные минералы преобладают в породе (глинистые породы).

Осадочные горные породы, учитывая их происхождение, разделяют на четыре группы, представленные в табл. 1. При этом, учитывая наличие или отсутствие цементизации, производят более дробное их деление.

Таблица 1 - Классификация осадочных пород

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Группа пород | Породы (по виду связи) | | |
| рыхлые | связные | сцементированы ые |
| Крупно-обломочные и песчаные | Окатанные: валуны, галька, гравий | - | Конгломераты |
| Неокатанные: камни, щебень, дресва | - | Брекчии |
|  | Пески | - | Песчаники |
| Глинистые | - | Супеси, суглики, глины | Сланцеватые глины (аргиллиты), алевролиты |
| Химические | - | \_\_ | Галоиды (каменная соль и др.), сульфаты (гипс, ангидрит) и др. |
| Органические (органогенные) |  |  | Карбонатные (известняки и доломиты), кремнистые (трепел, опока), углеродистые (каменный и бу­рый угли) |

Свойства рыхлых пород и их пригодность для использования в дорожном строительстве сильно зависят от преобладания в составе породы обломков тех или иных размеров; классификация пород по этому признаку представлена в табл. 2.

Таблица 2 - Классификация крупных обломков, принятая в дорожном строительстве

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Диаметр обломков и частиц, мм | Наименование обломков и частиц | |
| окатанных | неокатанных |
| >200  200-100  100-70  70-2,0 | Валуны  Булыжник  Галька  Гравий | Крупные камни  Камни  Щебень крупный  Щебень, дресва |

В случае значительного преобладания обломков или частиц того или иного размера, горная порода именуется по их размеру.

Валуны и булыжник представляют собой крупные, в различной степени окатанные обломки изверженных, осадочных и метаморфических горных пород - гранитов, известняков, песчаников и др.

Наибольшее количество крупнообломочного материала накапливается у подножия гор. Здесь мощность таких отложений может достигать 10 м и более.

Образование валунов связано с геологической деятельностью ледников. Они повсеместно встречаются в Карелии, Прибалтике, Ленинградской области и в других районах северо-западной части СССР, куда занесены ледниками, надвигавшимися с севера. Валуны и булыжник применяют для изготовления щебня, мощения дорог и кладки фундаментов. Среди валунов и булыжников могут встречаться разности, сложенные сильно разрушенными породами, поэтому их необходимо подвергать тщательному осмотру и сортировке.

Галька и гравий представляют собой окатанные обломки горных пород средней крупности. В природе они часто встречаются в смеси с песчаными, пылеватыми и глинистыми частицами, а иногда с валунами.

По преобладанию тех или иных пород или минералов различают гравий кремнистый, кварцевый, гранитный, известняковый, опоковый и т.д.

Галька и гравий образовались в результате геологической деятельности ледников, морей, рек и временных водных потоков.

Ледниковый гравий и гравий временных водных потоков характеризуются слабой окатанностью и повышенным содержанием пылеватых и глинистых частиц. Гравий морской и речной, наоборот, отличаются большой окатанностью, особенно морской, и весьма малым содержанием пылеватых и глинистых частиц.

На территории СССР галька и гравий распространены по берегам рек и морей, по всей средней и северной частям страны, когда-то занятым ледником, а также в предгорных и горных районах.

Гальку и гравий широко применяют в дорожном строительстве для устройства гравийных покрытий или оснований под усовершенствованные покрытия.

Песок является рыхлой, несвязной породой и представляет собой скопление мелких обломков различных минералов, преимущественно кварца, полевых шпатов, слюды и пр. Среди песчаных частиц могут содержаться в том или ином количестве более крупные гравийные зерна и более мелкие пылевато-глинистые частицы.

По минеральному составу различают пески кварцевые, когда почти все песчаные частицы состоят из кварца, слюдистые, когда кроме кварца содержится заметное количество слюды, полевошпатовые, когда зерна песка состоят из кварца и полевых шпатов, и др. Учитывая физические свойства и минеральный состав частиц, песчаными называют частицы размером 2-0,05 мм (см. табл. 2).

По строительным стандартам, учитывая, что отделить от песка гравийные частицы размером более 5 мм значительно легче и с меньшими затратами энергии, чем частицы более 2 мм, песком называют рыхлые породы, содержащие частицы менее 5 мм. При этом учитывают и то, что включение в состав песка мелких гравийных частиц размером 2-5 мм улучшает качество песка как строительного материала, а удаление из массы гравия или щебня частиц размером 2-б мм улучшает строительные свойства этих материалов.

Сцементированные обломочные горные породы. Рыхлые обломочные горные породы в природных условиях могут подвергаться уплотнению, а затем и цементации каким-либо естественным веществом. Наибольшее значение из них имеют конгломераты, брекчии и песчаники. Естественным цементом могут быть глинистые частицы, углекислая известь, окись кремния, гидроокись железа и т.д. По составу цементирующего вещества эти породы называют глинистыми, известковыми, кремнистыми, железистыми и др. (например, железистый песчаник, известковый конгломерат и т.д.). Изредка встречаются также породы, в которых природным цементом служит битум (вязкое органическое вещество, состоящее из смеси углеводородных соединений); такие породы носят название битуминозных.

Конгломерат представляет собой гравий или гальку, сцементированный тем или иным природным цементом. Чаще всего таким цементом служит углекислая известь, но могут также встречаться конгломераты с глинистым, железистым, кремнистым и другими цементами.

Образование конгломератов связано с движением воды, богатой солями, в пустотах обломочной породы и отложением солей на поверхности обломков и между ними. Дальнейшее физико-химическое изменение этих веществ приводит к цементации породы, прочность которой зависит от качества природного цемента, его количества и характера распределения в массе породы. Наибольшую прочность имеют кремнистые конгломераты.

В местах залегания конгломераты обычно весьма неоднородны и часто связаны постепенными переходами с рыхлым гравием или галькой. Встречаются конгломераты сравнительно редко, в виде ясно выраженного слоя или гнездообразных скоплений в гравийных месторождениях. Конгломераты известны в Крыму, Средней Азии, на Урале и в других местах. После дробления породы они используются в дорожном строительстве в качестве щебня.

Когда каким-либо природным веществом сцементированы неокатанные обломки (естественный щебень), такую породу называют брекчией. Брекчии встречаются у подножий крутых горных склонов, где накапливаются продукты разрушения горных пород. Большинство брекчей сцементировано глинистым или известковым веществом.

Песчаники образовались в результате цементации каким-либо природным веществом песков различного минерального состава.

Песчаники разделяются: по крупности песчаных зерен - на крупно-, средне- и мелкозернистые; по характеру природного цемента - на глинистые, известковые, кремнистые, железистые, битуминозные и др.; по минеральному составу - на кварцевые, слюдистые и аркозовые.

Кремнистые песчаники, сцементированные кремнеземом, в которых зерна кварца нельзя отличить от цемента даже при рассмотрении в лупу, называют кварцитами. Они характеризуются пределом прочности при сжатии 100 МПа и выше и отличаются большой морозостойкостью. Их широко применяют для изготовления штучных камней (брусчатки, шашки для мощения, бордюрных и облицовочных камней), реже - для щебня.

Известковые песчаники могут иметь различную прочность и морозостойкость, что связано с количеством цемента, характером распределения его в массе породы и пористостью породы. Некоторые из них отличаются высокой прочностью и значительной морозостойкостью, другие же, наоборот, имеют небольшую прочность (20-40 МПа) и часто неморозостойки.

Глинистые и железистые песчаники чаще бывают малопрочными и неморозостойкими. Только в некоторых случаях прочность их достигает 40-50 МПа. Лучшие разновидности этих песчаников могут быть использованы лишь для изготовления бутового камня для кладки фундаментов и нижних слоев дорожных покрытий.

Органогенные породы. К ним относятся породы, в образовании которых приняли участие животные или растительные организмы. Большинство населяющих моря и океаны организмов как крупных, так и микроскопических, имеют скелет. Материалом для него служат растворенные в морской воде углекислый кальций и окись кремния. После отмирания организмов скелетные образования падают на морское дно, где образуют осадки. Известковая и кремнеземистая масса претерпевают там сложные изменения (перекристаллизацию, уплотнение, химическое взаимодействие и т.п.), постепенно превращаясь в сцементированную горную породу.

В процессе образования органогенных горных пород можно выделить ряд этапов. Уже при накоплении осадков имеет место частичное уплотнение их, а в нижней части осадочной толщи - даже некоторая цементация. Примером этого вида образования могут служить скопления ракушки или малопрочного известняка-ракушечника, встречающиеся слоем мощностью до 5 м и более вдоль берегов Азовского, Черного и Каспийского морей.

На последующих стадиях формирования породы происходят сложные изменения в накопившемся материале: содержащийся в раковинах углекислый кальций частично кристаллизуется в форме минерала кальцита, связывая при этом отдельные элементы породы. Наряду с этим происходит разложение остатков органического вещества, заполнение одних пустот и образование других.

В дальнейшем органогенная порода претерпевает изменения, связанные с внутренним взаимодействием составных частей породы и перекристаллизацией всей массы. В результате этого порода становится более прочной. Перечисленные процессы протекают весьма медленно и часто исчисляются десятками и сотнями миллионов лет.

Из органогенных пород наибольшее значение как каменные дорожно-строительные материалы получили известняки и доломиты.

*Известняки* представляют собой горную породу, главной составной частью которой является углекислый кальций. Последний может находиться в кристаллическом состоянии (кальцит) или в форме массы, внешне лишенной кристаллического строения и остатков скелетных частей организмов.

Кроме СаСО3 в известняках могут содержаться примеси глины, песка, окиси кремния, MgCO3 и органических веществ.

Различные примеси оказывают существенное влияние на свойства известняков: прочность, водопоглощение, морозостойкость и др.

Чистые разновидности известняков (более 95% СаСО3) обычно имеют белый цвет; примеси глины и окислов железа делают их серыми, желтыми, розовыми и даже красными. Темно-серый или черный цвет свидетельствует о присутствии углистых или битуминозных веществ. Примесь глины повышает водопоглощение и снижает морозостойкость известняков. Примеси углекислого магния и окиси кремния часто весьма благоприятно влияют на строительные свойства породы, так как при этом возрастают ее прочность и устойчивость против атмосферных воздействий. В особенности это относится к кремнистым известнякам.

Чистые известняки и песчанистые известняки в куске вскипают от действия 10%-ной соляной кислоты при комнатной температуре. Глинистые известняки вскипают слабо, а кремнистые и доломитовые - лишь в порошке при нагревании.

Известняки могут иметь самое разнообразное строение и сложение. По этим признакам их делят на следующие разновидности.

*Кристаллические, или мраморовидные*, в которых простым глазом можно различить кристаллы известкового шпата (кальцита). *Плотные*, в которых составляющие породу зерна совершенно не различимы невооруженным глазом. *Пористые*, содержащие большое число видимых пустот. Различают мелкопористые и крупнопористые (дырчатые) известняки, когда в породе имеются отдельные весьма крупные пустоты. *Землистые, или меловидные,* обычно мягкие, легко истирающиеся; к ним относится также мел. *Раковистые*, содержащие некоторое количество хорошо сцементированных раковин. Если же порода состоит из слабо сцементированных раковин или из их обломков, то такой известняк называют *ракушечником*.

Наибольшей прочностью и морозостойкостью обладают плотные кремнистые, доломитовые и чистые разновидности известняков. мраморовидные известняки того же химического состава обладают большой прочностью, однако они могут быть пронизаны скрытыми трещинами, что приводит к их разрушению под действием мороза за сравнительно короткий промежуток времени. Наименьшей прочностью и морозостойкостью отличаются глинистые и меловидные известняки, а также известняки-ракушечники.

Необходимо отметить относительно небольшую твердость известняков, определяющую большое истирание их в дорожных покрытиях, а также способность к прочному сцеплению с битумами и другими органическими вяжущими материалами. Последнее является важным положительным свойством известняков.

Доломиты. Доломиты представляют собой плотные, иногда кристаллические горные породы, состоящие в основном из минерала доломита (СаСО3-МgСОз). По внешнему виду и физико-механическим свойствам доломиты близки к доломитовым известнякам, с которыми они связаны постепенными переходами.

При действии соляной кислоты доломиты вскипают только при нагревании в виде порошка. Твердость доломитов несколько выше, чем известняков - 3,5-4,0. Все сказанное о свойствах и применении в строительстве прочных известняков относится и к доломитам. Кроме того, они используются в цементной промышленности для изготовления магнезиальных цементов.

*Мергели* - это породы, состоящие из смеси углекислого кальция (кальцита) и глины. Содержание СаСО3 в мергеле в среднем составляет 50-60 %. При содержании СаСО3 в количестве 25-50 % породу называют глинистым мергелем.

Мергели образуются в морских бассейнах, лагунах и пресноводных озерах, т.е. в местах одновременного отложения карбонатного и глинистого материала. По физико-механическим свойствам мергели близки к глинистым известнякам. Применяются в качестве сырья для изготовления цемента в цементной промышленности. Опоками называют сцементированные горные породы, состоящие в основном из аморфного кремнезема (SiO2 • nH2O). Подобно известнякам они образуются на дне морей из кремниевых панцирей диатомовых водорослей. Опоки характеризуются очень малой плотностью (1,1-1,8 т/м³) и большим объемом тончайших пор (20-45%), размер которых настолько мал, что они не видны невооруженным глазом. При погружении куска опоки в воду выделяется большое количество пузырьков воздуха; иногда при этом порода растрескивается и распадается на обломки.

Опоки обычно имеют желтую окраску с серым или зеленым оттенком. Прочность их при сжатии колеблется в пределах 3-25 МПа. Все виды опок неморозостойки.

Опоки характеризуются хрупкостью, раковистым изломом, а также своей химической активностью, которая выражается в том, что они могут вступать в химическое взаимодействие с гашеной известью.

По химическому составу и происхождению к опокам близка порода, называемая трепелом. Он имеет такую же, как и опоки, окраску, но отличается от них рыхлым землистым сложением. Трепел, как и опоки, широко применяется в цементной, лакокрасочной, нефтяной, пиротехнической и других видах промышленности. Опоки и трепел широкий полосой залегают вдоль всего восточного склона Уральского хребта.

Химические породы. Породы этой группы (см. табл. 1) образовались в результате выпадения осадков из солевых растворов при повышении их концентрации или химического взаимодействия между различными солями. К этим породам относятся гипс, известковый туф, оолитовый известняк и др.

Гипс представляет собой горную породу, состоящую из мелкокристаллического или волокнистого минерала того же наименования (CaSO4 • 2H2O). Цвет гипса - белый, желтый, серый, розовый. Гипс характеризуется незначительными твердостью (1,5-2,0) и прочностью.

Безводный природный гипс называется ангидритом; он отличается от гипса несколько большей твердостью (3,0-3,5). Гипс и ангидрит служат сырьем для изготовления вяжущих материалов (алебастра, гипсо-ангидритового цемента и др.), а также применяются в химической промышленности.

Известковый туф - крупнопористая горная порода, состоящая почти целиком из углекислой извести, образовался путем выделения углекислой извести из горячих источников при выходе их на поверхность и охлаждении.

Оолитовый известняк представляет собой породу, состоящую из мелких округленных зернышек кальцита, сцементированных естественным кальцитовым цементом. Строительные качества оолитовых известняков невысокие. Они неморозостойки и характеризуются прочностью при сжатии порядка 15-20 МПа.

**4. Геологическая деятельность моря**

Океаны и моря занимают около 70,8 % земной поверхности и в них сосредоточены огромные массы воды, составляющие 1370 млн. км³. Находясь в непрерывном движении, эти огромные массы воды разрушают горные породы окружающих берегов, перемещают и истирают продукты разрушения и откладывают их в виде осадков.

*Разрушительная работа моря* выражается в разрушении берегов прибойной волной и растворении пород.

Против действия такой огромной, многократно прилагаемой силы не может устоять ни одна горная порода. Разрушительная работа волн усиливается также ударами обломков горных пород, подхваченных прибоем.

Примером разрушения берега морским прибоем может служить восточный берег Черного моря в районе Гагр, где за 7 лет море разрушило и смыло полосу берега шириной около 200 м.

Образующиеся при разрушении берегов обломка камня подвергаются дальнейшему измельчению волнами, которые у береговой линии постоянно перекатывают обломки по морскому дну. Вследствие трения друг о друга обломки приобретают гладкую, окатанную поверхность. Одновременно объем зерен гравия и гальки уменьшается, а образующиеся при этом тонкие пылеватые и глинистые частицы морскими течениями, а также приливами и отливами уносятся далеко в море, где и отлагаются на морском дне.

*Созидательная работа моря* выражается в накоплении отложений из обломков горных пород, химических и органогенных осадков, часто преобразующихся в породы с новыми свойствами.

Крупные обломки горных пород откладываются повсюду, где уменьшается движение воды. Почти вдоль каждого морского побережья можно видеть прибрежные отложения, состоящие из хорошо окатанных гальки, гравия или песка.

Из этих пород часто образуются косы, песчаные рифы, пересыпи и т.д. В некоторых случаях в отложениях принимают участие раковины или их обломки. Различают следующие виды морских отложений.

Отложения мелкого моря, или шельфа, образуются в прибрежной полосе моря в среднем шириной 60-80 км и глубиной до 200 м, где сказывается действие морских волнений. Эти отложения характеризуются разнородностью состава и частой слоистостью (разнообразные по составу и крупности пески, ракушка, органические и минеральные илы, суглинки и глины).

Отложения материкового склона образуются на глубине от 200 до 2500 м и занимают около 15 % площади Мирового океана. Они представлены различными минеральными илами, которые после уплотнения образуют толщи глин. В наиболее глубокой части склона накапливаются органические илы.

В ложе Мирового океана на глубинах от 2500 до 6000 м и в глубоких впадинах свыше 6000м отлагаются глубоководные отложения, представляющие собой скелетные образования микроскопических растений и животных и образующие диатомовый, радиоляриевый, глобогериновый и другие илы. После уплотнения и преобразования они превращаются в толщи известняков, мела, диатомита, трепела, красных глубоководных глин и др.

Вместе с минеральными частицами вода сносит в море в растворенном состоянии также большое количество различных химических веществ. Некоторые из них в результате химического воздействия друг с другом образуют осадки, с образованием новых минералов (известковый шпат, доломит и др.); другие выпадают в осадок вследствие повышения концентрации раствора при испарении воды (каменная соль, гипс); третьи поглощаются живущими в морской воде животными и растениями. Некоторая же часть солей остаётся в морской воде в растворенном состоянии.

В морской воде в среднем содержится 3,5 % легкорастворимых солей, причем почти треть этого количества составляет хлористый натрий.

Отложение легкорастворимых в воде солей чаще всего происходит в лагунах, т.е. мелководных частях океана (моря), отгороженных от него песчаными косами и соединяющихся с ними узким проливом или проливами. Концентрация солей в воде лагун в результате испарения увеличивается и с течением времени достигает предела растворимости. Часть солей при этом переходит в осадок, образующийся на дне. Во время приливов или волнений на море в лагуну попадают новые порции морской воды, которые снова подвергаются процессу испарения, концентрации и отложения солей. Примером такого процесса может служить залив Кара-Богаз-Гол на Каспийском море.

Содержание солей в воде залива в несколько раз выше, чем в морской воде. По берегам и на дне залива откладываются глауберова (мирабилит) и поваренная соли, гипс, карбонаты кальция и магния.

Мощность морских солевых отложений, образовавшихся в древние геологические периоды, может быть весьма большой.

Область мелководного моря (шельфа) населена множеством разнообразных животных и растительных организмов. Некоторые из них в связи с частыми волнениями моря прикрепляются к морскому дну, например кораллы, губки, мшанки и др.

Многие морские животные, а также известковые водоросли в процессе жизнедеятельности потребляют из морской воды для построения своих наружных и внутренних скелетов (раковины, скорлупки, кости, зубы, иглы и т.д.) углекальциевую соль. После отмирания организмов твердые известковые остатки накапливаются на морском дне, образуя новые отложения. Примером такого рода образований может служить толща ракушки на берегу Азовского моря.

Уплотнение известковой массы, а в последующем ее кристаллизация и химические изменения приводят к образованию известняков. Такие породы часто отличаются высокой прочностью и широко используются в дорожном строительстве.

**5. Влияние поглотительной способности грунтов на их строительные свойства**

Одной из наиболее характерных особенностей грунтов, содержащих тонкодисперсные частицы, является их способность поглощать другие вещества из окружающего раствора. При этом задерживаются не только растворенные, но и взмученные в воде вещества, приходящие в соприкосновении с частицами.

Тонкодисперсная часть грунтов, обладающая поглотительной способностью, тесно связана с поверхностью более крупных частиц грунта и не может быть отделена от них механически.

В природе грунтовые частицы с чистыми поверхностями почти не встречаются. Обычно отдельные более крупные частицы или микроагрегаты из более мелких частиц как бы покрыты пленкой различных коллоидов. Отделить эти пленки, не нарушая при этом целостности и физических свойств частиц грунта, невозможно.

По этой причине коллоидные вещества, распределяясь равномерно по всей массе грунта, соединяются с более крупными частицами и придают ему свойства, присущие коллоидным системам. Чем выше содержание глинистых частиц в грунте, тем большее влияние оказывают эти особенности на физические, механические, физико-химические и химические свойства грунтов.

В зависимости от способа поглощения веществ из растворов советский ученый академик К.К. Гедройц выделил следующие виды поглотительной способности грунтов: 1) механическую, 2) физическую, 3) физико-химическую, 4) химическую, 5) биологическую.

Механическая поглотительная способность связана с пористостью грунта и выражается в его способности задерживать при фильтрации частицы, взмученные в воде. При этом задерживаются не только частицы, размер которых превышает диаметр пор, но и более тонкие, попавшие в замкнутые или искривленные поры. Как указывает М.М. Филатов, механическое поглощение играет важную роль в заиливании пористых водопроницаемых грунтов, например песка в основании дорожных одежд.

Физическая поглотительная способность грунтов связана с наличием свободной энергии на поверхности соприкосновения их частиц с водой или водными растворами и с явлениями поверхностного натяжения. Она выражается в увеличении или, наоборот, уменьшении концентрации на поверхности грунтовых частиц молекул различных соединений, растворенных в воде. При этом происходит уменьшение свободной поверхности энергии дисперсной системы. В результате физического поглощения на поверхности грунтовых частиц образуются адсорбционные пленки из молекул, поглощенных из раствора, свойства которых в значительной мере влияют на устойчивость грунта в целом.

Физическое поглощение органических соединений из битумных или дегтевых материалов придает грунтам несмачиваемость водой (гидрофобность) и вызывает повышение их связности.

Физико-химическая, или обменная, поглотительная способность имеет особенно важное значение. В результате ее проявления грунт резко меняет химические, физические и механические свойства. Обменная способность заключается в том, что грунты обладают свойством обменивать в эквивалентных соотношениях поглощенные на поверхности тонких частиц катионы на катионы растворов, приходящих с ними в соприкосновение. Этот процесс катионного обмена широко распространен в природных условиях и приводит к резкому изменению физико-механических свойств грунтов в зависимости от состава веществ, находящихся в грунтовом растворе. Физико-химическое поглощение играет исключительно важную роль при решении вопросов, связанных с укреплением грунтов различными веществами.

Минеральная и органическая части грунтов содержат вполне определенное число катионов, способных к подобному обмену. Их сумму, выраженную в эквивалентах какого-либо катиона, называют емкостью обмена. Приведем примеры влияния обменной поглотительной способности грунтов на их свойства.

Если в грунтах имеются обменные катионы щелочных металлов Na+, K+, то при избытке влажности растворы приобретают щелочную реакцию. В этих условиях отрицательно заряженные коллоиды, чаще всего присутствующие в грунтах, как бы стабилизируются в состоянии золя, становятся более устойчивыми. Так, солонцы, т.е. почвы, содержащие обменный натрий, при увлажнении быстро размокают, делаются липкими, теряют несущую способность, сильно набухают и т. п. Налицо резкое изменение физических свойств в худшую сторону.

В грунтах, насыщенных двухвалентными катионами Са²+, Mg²+, например в лёссах и типичных черноземах, коллоиды наоборот находятся в свернутом (коагулированном) состоянии и трудно переходят в состояние золя.

Химическая поглотительная способность выражается в поглощении растворимых веществ из раствора с образованием в грунтах нерастворимых или малорастворимых солей, что играет большую роль при их укреплении цементами, известью или другими веществами.

Биологическая поглотительная способность приводит к обогащению грунта (почвы) веществами, накапливаемыми в процессе жизнедеятельности макро- и микроорганизмов. Биологическое поглощение является важнейшим элементом почвообразовательного процесса и оказывает большое (преимущественно отрицательное) влияние на свойства грунта, важные для строителей. В этом случае глинистые грунты сильно набухают и становятся практически непроницаемыми.

**6. Операционный контроль влажности грунта**

Влажностью грунта называют количество (в %) содержащейся в нем воды по отношению к абсолютно сухой массе. Влажность грунта - величина переменная и может колебаться в широких пределах. Чем более мелкозернист грунт, тем в более широких пределах может изменяться его влажность. Влажность является важной характеристикой состояния грунта. Определяют ее, руководствуясь ГОСТ 5180-75.

*Порядок определения*. Влажность обычно определяется весовым методом, т.е. путем определения потери массы при высушивании навески грунта в следующем порядке: 1) взвешивают бюкс; 2) в бюкс помещают пробу влажного грунта массой 10-20 г; 3) бюкс с влажным грунтом взвешивают с точностью до 0,01 г; 4) взвешенный бюкс с грунтом при открытой крышке устанавливают в сушильный шкаф, отрегулированный на нагрев до 105°С; пробу грунта выдерживают в шкафу при этой температуре в течение 5 ч; 5) по истечении срока сушки бюкс с высушенным грунтом закрывают крышкой и переносят для остывания до комнатной температуры в эксикатор с хлористым кальцием; 6) охлажденный бюкс с грунтом снова взвешивают.

Для высушивания грунта до сухого состояния производят повторное высушивание в течение часа с последующим контрольным взвешиванием пробы. Разница между первым и вторым взвешиванием не должна превышать 0,02 г.

**7. Определение угла естественного откоса песчаных грунтов**

Оборудование. Прибор для определения угла естественного откоса песков УВТ-2, совок, сосуд с водой, резиновая трубка.

Описание прибора. Прибор состоит из мерительного столика 4, обоймы 3 и резервуара 2. Мерительный столик 4 представляет собой диск с измерительной шкалой 1, установленный на трех опорах. Диск перфорирован мелкими отверстиями диаметром 0,8-1,0 мм. Шкала 1 укреплена в центре диска и имеет деления от 5 до 45°. На мерительном столике установлена обойма конической формы, которая служит для ограждения насыпаемого на столик песка. Резервуар представляет собой стеклянный цилиндр высотой 130 и диаметром 180 мм.

Подготовка пробы. Берут пробу воздушно-сухого песка массой около 600 г.

Ход работы. На ровную поверхность стола устанавливают резервуар, в который помещают мерительный столик. На столик устанавливают обойму, в которую совком засыпают песок, слегка постукивая по резервуару или обойме до полного заполнения. Осторожно снимают обойму и по вершине образовавшегося конуса берут отсчет. При определении угла естественного откоса песков под водой после заполнения обоймы резервуар наполняют водой с помощью резиновой трубки. После полного насыщения песка водой (снизу вверх) определяют угол естественного откоса в том же порядке. Опыт повторяют несколько раз и берут среднее арифметическое значение. Допускаемые расхождения между повторными определениями не должны превышать 1°. Результаты определения записывают в табл. 3.

Таблица 3 - Расчет коэффициента внутреннего трения по углу естественного откоса

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Состояние грунта | α (отсчет по измерительной шкале) | f = tgα | Примечание |
| Сухой |  |  |  |
| Под водой |  |  |  |

**8. Плывуны и мероприятия по их закреплению**

Подземные воды изменяют многие физические свойства горных пород - окраску, твердость, плотность, электропроводность, объем, объемную массу, текстуру, структуру. Максимальные изменения происходят в водоносных породах, а водоупорные изменяются незначительно. Даже простое увлажнение пород заметно снижает их твердость. Отбойка, например, увлажненных пород всегда легче, чем сухих, а бурение сухих скважин идет медленнее, чем с подливкой воды. Забои в горных выработках в первую очередь оползают в зоне, смоченной водой. Полное насыщение пород водой приводит к изменениям их физических свойств. Насыщенные водой тонкозернистые пески, например, превращаются в плывуны. Процесс этот облегчается, если в песках присутствуют гидрофильные коллоиды. Вода связывается этими коллоидами, уменьшается объемная масса песков, и они плывут, как вода. Водоотдача плывунов так мала, а текучесть их так устойчива, что при откачке воды песок увлекается вместе с ней.

Движение плывунов в стенках забоев и в основании гидротехнических сооружений, построенных на плывунных отложениях, происходит внезапно. При этом часто вместе с плывунами приходят в движение массы рыхлых пород. Борьба с плывунами сложна, дорогостояща и не всегда успешна. При проходке выработок и при строительстве гидротехнических сооружений плывуны замораживают или химически закрепляют. В борьбе с плывунами применяют также дренирование при помощи иглофильтров и буровых скважин. Это проще и дешевле, чем замораживание и химическое закрепление. Для закрепления плывунов не требуется удаления всей воды, а достаточно бывает понижение напора, так как вода при этом из гравитационного состояния переходит в капиллярное, а песок уплотняется и теряет свойства плывуна.

Некоторые глинистые породы под действием воды набухают, пучатся а иногда разжижаются до состояния текучей жидкости. Зимой в породах иногда происходит морозное пучение, вызываемое двумя причинами: 1) вода при замерзании увеличивается в объеме; 2) вода при замерзании передвигается к месту пучения, накапливается там и увеличивает объем замерзающей массы. Весной при оттаивании ледяных прослоек и включений мести пучений дают значительные просадки. Поэтому фундаменты построек закладываются ниже зоны промерзания грунтов.

Во взаимодействии подземных вод и горных пород отмечаются следуют закономерности: 1) чем больше отличается порода от вмещающей ее толщи, тем более значительные изменения производит в ней подземная вода; например, пески в известковой толще цементируются карбонатным цементе а пласт известняка в кремнистой толще окремняется; 2) так как минералиция подземных вод с глубиной увеличивается, то и действие растворов на глубине иногда также усиливается; например, на глубине доломит замещается целестином и сульфатами кальция; 3) на глубинах кремниевая кислота в растворах активнее углекислоты и в песчаниках чаще образуется не карбонатный, а кварцевый цемент.

**9. Категории запасов месторождений дорожно-строительных минералов**

Строительство автомобильных дорог требует большого количества каменных материалов, песка и др. На 1 км автомагистрали I, II технических категорий требуется более 3000 м³ щебня. В связи с этим обеспечение такого строительства дорожно-строительными материалами должно идти по пути максимального использования тех скальных и обломочных горных (гравия, песка, дресвы) пород, которые залегают на поверхности или на некоторой глубине вблизи строящегося объекта. Эти материалы являются наиболее дешевыми, и применение их позволяет снизить стоимость строительства дороги и сэкономить значительное количество транспортных средств при перевозке материалов. Следует отметить, что при перевозке щебня по железной дороге на расстояние 600-1000 км к месту проведения работ стоимость 1 м³ щебня увеличивается в четыре-пять и более раз.

Удобные для разработки участки залегания горных пород получили название месторождений. Месторождения, на которых разработка материалов проводится открытыми горными выработками, называют карьерами. В дорожном строительстве карьеры строительных материалов бывают двух видов: притрассовые и базисные (промышленные). Притрассовые карьеры расположены вблизи трассы, обслуживают только данную дорогу или ее отрезок, и добываемый в них материал вывозится на дорогу автомобильным транспортом. Базисные карьеры предназначаются для снабжения дорожно-строительными материалами ряда строек. Они могут быть удалены от строительных объектов на 100 км и более, в связи с чем обслуживаются железной дорогой или водными путями.

**10. Составление грунтово-геологического разреза на продольном профиле автомобильной дороги**

Для составления грунтово-геологического разреза на продольном профиле дороги учащимся выдают ведомость отметок земли по оси дороги и шурфовые (буровые) журналы, в которых указано место заложения выработок и дано описание почво-грунтов по выработкам. Грунтово-геологический разрез учащиеся (на базе 10 классов) вычерчивают на готовом продольном профиле дороги, выполненном на геодезии. Учащиеся 1-го курса вычерчивают схематический продольный профиль дороги протяженностью 1-2 км по заданным отметкам на миллиметровой бумаге формата 297х630 мм. Масштабы продольного профиля: горизонтальный 1:5000 (в 1 см - 50 м); вертикальный 1:500 (в 1 см - 5 м); грунтовой 1:50 (в 1 см - 50 см).

Грунтовый разрез вычерчивают от условной линии, которая располагается ниже линии поверхности земли на 2 см. Шурфы и скважины по ширине изображают без масштаба: шурфы шириной 6 мм, скважины шириной 2 мм, зондировочные скважины на болоте 1 мм. По глубине выработки изображают в грунтовом масштабе. Сверху над каждой выработкой указывают ее номер (отдельно для шурфов и скважин) и в учебных целях над выработками перед номером указывают «ш» - шурф и «скв.» - скважина. В выработках условными знаками изображают консистенцию грунтов (супесчаных, суглинистых, глинистых), влажность песчаных и крупнообломочных грунтов. Все данные о грунтах, глубине слоя, отборе проб, глубине выработки на профиле проставляют справа от колонки. Места отбора проб грунта изображают кружочком диаметром 3 мм и рядом проставляют номер пробы. Для проб, взятых с ненарушенным сложением, кружочек заштриховывают. Все данные о грунтовых водах и верховодке, отборе проб воды, датах замера, уровнях грунтовых вод проставляют слева от колонки. Места отбора проб воды изображают треугольником с вершиной вниз. Тип, вид и разновидность грунтов записывают справа между колонками. Одинаковые по гранулометрическому составу грунты в выработках соединяют сплошными линиями. Выработки по глубине (по забою) соединяют пунктиром. Группа грунтов определяется условно при получении задания о механизмах, используемых при разработке грунтов. В производственных условиях справа от наименования грунта записывают порядковый номер пункта СНиП IV том 2, выпуск 1 «Сметные нормы» для соответствующих грунтов (например, 25-а, 31-6 и т.д.). По этим номерам пунктов СНиП определяют группу грунтов конкретно для принятых механизмов.