

Н.А. Платов А.Д. Потапов
Н.С. Никитина Т.Г. Богомолова

ГЕОЛОГИЯ



Н.А. Платов, А.Д. Потапов,
Н.С. Никитина, Т.Г. Богомолова

ГЕОЛОГИЯ

Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ
по образованию в области строительства в качестве учебника
для студентов, обучающихся по программе бакалавриата
по направлению 270800 «Строительство»



Издательство АСВ
Москва
2013

Рецензенты:

профессор кафедры горного дела Петрозаводского государственного университета *В.Г. Симагин*; ученый секретарь ИГЭ РАН, кандидат геолого-минералогических наук *Н. Румянцева*.

Платов Н.А., Потапов А.Д., Никитина Н.С., Богомолова Т.Г.
ГЕОЛОГИЯ: Учеб. издание. – М.: Издательство АСВ, 2013. – 272 с.

ISBN 978-5-93093-915-6

Приводятся теоретические и практические основы инженерной геологии, геологическое строение и происхождение Земли, рассмотрены минералы горных пород и сами горные породы магматического, осадочного и метаморфического происхождения.

Особое внимание уделено геоморфическим, геодинамическим и гидрогеологическим условиям территории строительства, с выделением различных форм рельефа и процессов, явлений, а также даны мероприятия по их предупреждению и ликвидации.

В последнем разделе приводятся данные по инженерно-геологическим изысканиям на стадии предпроекта, проекта и рабочей документации в сложных геологических условиях.

ISBN 978-5-93093-915-6

© Издательство АСВ, 2013

© Платов Н.А., Потапов А.Д.,

Никитина Н.С., Богомолова Т.Г., 2013

Введение

Геология – это наука о строении Земли. Она изучает минералы, которые входят в состав всех горных пород, сами горные породы (строение Земли); полезные ископаемые (твердые, жидкие и газообразные), а также:

- рельеф земной коры (равнинный, холмистый, горный);

- движения Земли;

- процессы и явления, постоянно возникающие внутри Земли и на ее поверхности;

- развитие органического мира на нашей планете и многие другие самостоятельные научные направления (более 25 самостоятельных наук геологического цикла).

Например, минералогия – наука о составе, состоянии и свойствах минералов, которых в Земле насчитывается около 3 тыс. наименований. Все они различаются по химическому составу и по ряду диагностических признаков (морфологические, механические, физические, оптические и химические). Минералы определяют несущую способность горных пород и устойчивость.

Литология – наука о горных породах, их происхождении (магматические – гранит, осадочные – пески, глины, известняки и т.д., метаморфические – мрамор), условиях их формирования и залегания. В земной коре насчитывается более 1,5 тыс. наименований пород, которые различаются также по составу, состоянию и свойствам.

Гидрогеология – это наука о динамике подземных водоносных горизонтов, изучает происхождение подземных вод, условия их формирования, питания и разгрузки, фильтрационные свойства, химический состав и многие другие вопросы для целей водоснабжения (верховодки, грунтовые воды, межпластовые).

Геоморфология – это наука о рельефе земной коры, его происхождении, условиях формирования, геоморфологических элементах, морфологических характеристиках каждого элемента. Это равнинный рельеф, холмистый и горный тип, и все они приемлемы для строительства и различаются между собой по ряду классификационных показателей.

Палеонтология – наука о развитии органического мира на Земле с архейской эры до настоящего времени от простейших форм до человека. Эта наука позволяет определить возраст горных пород по эрам, периодам, отделам и другим таксонам. И еще много наук геологического цикла.

Инженерная геология включает в себя основные научные и практические направления, а так же цели и задачи большинства дисциплин геологического цикла применительно к строительству.

Инженерная геология – это наука геологического цикла, изучающая горные породы (грунты) как геологическую среду, строительный материал и основание инженерных сооружений; геологические и инженерно- геологические процессы и явления, отрицательно влияющие на здания и сооружения, а также геологические особенности территории строительства с целью рационального использования литосферы и разработки мероприятий ее сохранения.

Инженерная геология изучает природную геологическую обстановку территории строительства, а также изменения, которые произойдут в геологической среде, и в первую очередь в горных породах (грунтах), в процессе строительства и при эксплуатации инженерного сооружения.

Инженерная геология, являясь «наукой о Земле», все более сближается с комплексом наук этого научного направления, таких как геоэкология, геомеханика, геофизика, география, кадастр и мониторинг земель, геокриологии, геотехнологии и др.

Особое место здесь занимает **геоэкология** как междисциплинарная наука, изучающая состав, структуру, закономерности функционирования и эволюции природных и антропогенно преобразованных экосистем высокого уровня организации. Она представляет собой связь биологических, геологических и технических наук, ставящих во главу угла изучение, разработку и реализацию методов, направленных на сохранение и улучшение жизни на Земле. Геоэкология способствует решению задач, связанных с производством и охраной всего комплекса природных ресурсов, среды обитания биоса и человека.

Объектом исследования геоэкологии являются геосферные оболочки Земли – литосфера, гидросфера, атмосфера. Одним из важнейших объектов для строительной деятельности является литосфера, верхние слои земной коры, выступающие как основание зданий и сооружений. И здесь создается серьезная основа взаимосвязи геоэкологии и инженерной геологии, что обеспечивает геоэкологическую безопасность строительной деятельности.

Комплексность и системность изучения геологической среды должны реализовываться в ходе инженерно-геологических изысканий для обоснования разностадийного проектирования сооружений городов и городских агломераций, для разработки схем и проектов детальной планировки и застройки, для составления схем инженер-

ной подготовки и инженерной защиты территорий, территориальных комплексных схем охраны окружающей среды городов и областей.

Каждое отдельное здание, сооружение, а особенно крупные промышленные, энергетические и комплексы городских сооружений должны оптимальным образом вписываться в природную среду, и прежде всего увязываться с особенностями геологической среды, являющейся их основанием или средой размещения (в случае подземных сооружений).

В рамках данной дисциплины определяется изучение геологической среды как наиболее чувствительной к строительному воздействию и одновременно с этим определяющей во многом строительные решения. Длительное время геологическая среда рассматривалась как весьма консервативная, весьма инертная и малоизменяющаяся в масштабе времени человеческой деятельности, однако сейчас антропогенная деятельность, в том числе и строительная, соизмерима с главнейшими геологическими процессами на Земле. Строительство сейчас – это не только природообразующий, но скорее природоформирующий фактор. Инженерная геология уже утвердилась как экологическая наука о рациональном использовании и охране геологической среды от вредных для человека и природы процессов и явлений.

Целью дисциплины «Геология» является также приобретение студентами навыков по профессиональному восприятию инженерно-геологической информации в нормативных документах (СНиП, ГОСТ, СП, СН, ВСН и т.д.), справочных руководствах, тестах по инженерно-геологическим изысканиям, которая является необходимой для каждого строителя, как проектировщика, так и производителя работ, а также специалиста по эксплуатации возведенных сооружений.

Раздел 1. ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ

1.1. Предмет и задачи инженерной геологии

Инженерная геология возникла как геологическая наука, обеспечивающая запросы строительства. В известной степени об этом говорит и само ее название – «инженерная». Известно, что за французским словом «инженер» в русском языке первоначально укрепились понятие ученого строителя.

Инженерную геологию следует определять как науку, изучающую условия инженерного освоения и преобразования геологической среды, как среды производства строительных работ и эксплуатации сооружений.

Она, как и любая наука, имеет свои предмет, задачи и методы исследования. Инженерная геология разрабатывает широкий круг научных геологических проблем и решает практические задачи, возникающие при проектировании и строительстве всевозможных сооружений (плотины, тоннели, мосты, дороги, промышленные и гражданские здания, портовые и аэродромные сооружения и др.), при проведении инженерных работ по улучшению территорий (осушение, орошение, борьба с оползнями и другими геологическими явлениями), а также при выполнении горных работ для разработки месторождений полезных ископаемых.

Деятельность людей, связанная со строительными, горными, мелиоративными и другими работами, приводит к перемещению горных пород в объемах, сопоставимых с денудационной работой рек. Гидротехническое и ирригационное строительство захватывает территории в десятки и даже сотни тысяч квадратных километров. Общая протяженность берегов водохранилищ, созданных человеком главным образом за последнее время, приближается к величине земного экватора. При добыче нефти для поддержания пластового давления в продуктивных слоях требуется закачка воды в глубины Земли, которую по масштабам можно сравнить с расходами рек. Сооружаются подземные хранилища для нефти и газов емкостью в десятки миллионов кубических метров. При разработке рудных полезных ископаемых создаются котлованы площадью в несколько квадратных километров и глубиной в несколько сот метров, из которых ежедневно откачиваются сотни тысяч кубометров воды, мешающей нормально эксплуатировать эти котлованы.

Инженерно-хозяйственная деятельность людей тесно связана между собой, и в такой же тесной связи оказывается воздействие человека на земную кору. Но удельный вес различных видов этого воздействия изменяется во времени в зависимости от развития производственных сил, науки и техники. В прошлом наиболее активное воздействие на земную кору человек оказывал через горнодобывающую промышленность. И сейчас роль горного дела в изменении земной коры остается большой. Но в наше время на первое место по интенсивности воздействия человека на земную кору надо поставить строительство инженерных сооружений, которые возводятся повсеместно и отличаются большим разнообразием (промышленные, гражданские и гидротехнические сооружения, дороги и аэродромы, линии электропередачи и трубопроводы, тоннели и другие сооружения) как по глубине своего залегания, так и по характеру воздействия на земную кору.

Основной задачей инженерной геологии всегда был прогноз изменения природных условий в связи со строительством, т.е., по существу, преобразования природы под влиянием сооружений. Поэтому при строительстве больше, чем когда-либо, изменяется поверхностная часть земной коры; инженерной геологии легче, чем любой другой геологической науке, взять на себя ответственность за разработку геологических основ преобразования природы.

Главное направление в развитии инженерной геологии – она должна быть наукой о ноосфере. Это значит, что первоочередной задачей инженерной геологии является изучение динамики земной коры под влиянием инженерной деятельности человека.

Под влиянием инженерной деятельности человека изменяются минеральный состав, структура и текстура горных пород, содержание в них различных категорий воды и газов и вследствие этого – инженерно-геологические свойства пород. Эту группу вопросов изучает один из основных разделов инженерной геологии – грунтоведение. Грунтоведение слишком давно существует в нашей стране; оно принято также и в ряде других стран. Содержание грунтоведения строго определено, и оно не только отвечает понятию «инженерная петрография», но и стало даже несколько шире этого названия.

В настоящее время имеются определенные достижения в инженерно-геологическом изучении геологических объектов. В рамках грунтоведения достигнуты значительные успехи в изучении физико-механических свойств горных пород и разработке методов преобразования (мелиорации) горных пород как грунтов. Основное внимание в данной отрасли инженерной геологии обращалось на изучение

связных (глинистых) и песчаных грунтов как оснований сооружений и материала для их постройки. При этом изучение инженерно-геологических свойств твердых пород оставалось в тени, что не могло не сказаться отрицательно на познании этих свойств.

Грунтоведению предписывается изучение любых по генезису, возрасту и петрографическому составу горных пород и почв, использующихся в качестве оснований, естественных материалов и среды возведения сооружений. Иными словами, грунтоведение в силу необходимости перерастает в инженерную петрографию – важнейшую отрасль инженерно-геологических знаний, исследующую инженерно-геологические свойства горных пород, их физическую природу и геолого-петрографическую обусловленность.

Сделаны первые шаги в инженерно-геологическом изучении массивов горных пород. Необходимость данного направления инженерно-геологических исследований следует из того простого факта, что в практике освоения и преобразования геологической среды имеют дело с горными породами в массиве и массивами горных пород. Свойства последних, как правило, существенно отличны от свойств пород в образце. Горные породы как основные объемные структурные элементы массивов пород в известной мере теряют свои индивидуальные качества в массиве.

Различные изменения, происходящие в горных породах, могут привести к возникновению экзогенных процессов, таких, как оползни и обвалы, просадка и суффозия и т.п., которые называются «инженерно-геологическими», если они вызваны деятельностью человека.

Инженерно-геологические процессы являются объектом изучения второго основного раздела инженерной геологии – инженерной геодинамики.

Жизнь постоянно выдвигает перед инженерной геологией множество практических задач, связанных с необходимостью давать достоверные количественные прогнозы развития различных геодинамических процессов (оползней, селей, переработки берегов водохранилищ и морей, просадок и др.), приносящих ежегодно большой ущерб народному хозяйству. Вместе с тем мы не располагаем в настоящее время надежными расчетно-теоретическими методами прогноза развития большинства этих процессов. Поэтому такой прогноз в настоящее время ведется, как правило, умозрительно, на основе логического анализа имеющихся геологических и гидрологических материалов, с помощью аналогий и на основе анализа результатов наблюдений за развитием фактических деформаций.

В области развития геодинамики как одной из важных составных частей инженерной геологии обнаруживается еще больший разрыв между практикой инженерно-геологического изучения процессов и разработкой теоретических основ прогноза их развития. Если разработкой теории прогноза деформаций пород, являющихся основанием сооружений, занимаются систематически и целеустремленно многие строители и механики, то развитием расчетно-теоретических методов прогноза геодинамических процессов занимаются лишь отдельные ученые.

Геологические и в том числе инженерно-геологические процессы приводят к изменению «инженерно-геологических условий территории», т.е. объекта, который изучается третьим основным разделом инженерной геологии – региональной инженерной геологией.

Инженерно-геологическая изученность территории России является необходимым условием правильного планирования размещения объектов и освоения новых площадей в связи с развитием промышленного, сельскохозяйственного, дорожного и других видов строительства. В этом отношении по сравнению с началом 1960-х гг. в уже достигнуты известные успехи в связи с окончанием составления инженерно-геологической карты масштаба 1:2500 000, характеристикой отдельных регионов по региональной инженерной геологии И.В. Попова.

Теперь мы уже не имеем белых пятен и можем получить информацию об общих инженерно-геологических условиях любого региона нашей страны. Но вместе с тем, опираясь на уже достигнутое, необходима и более детальная характеристика инженерно-геологических условий территории России, которая в еще более значительной степени будет способствовать экономии средств, ежегодно вкладываемых из государственного бюджета в изыскательские работы инженерно-геологического направления, выполняемые многочисленными министерствами и ведомствами для обоснования проектирования и строительства объектов народного хозяйства.

Необходимость инженерно-геологического изучения нашей страны с целью обоснования регионального размещения объектов народного хозяйства и правильного освоения новых территорий дополняется также не только требованиями изучения инженерно-геологических условий, а и необходимостью разработки прогнозов развития современных геологических процессов и явлений в целях предотвращения стихийных бедствий.

Все три основных раздела инженерной геологии, возникшие в процессе ее развития как результат дифференциации науки, имеют один и тот же, уже названный нами, объект изучения – динамику земной коры под влиянием инженерной деятельности человека.

От движения ионов и молекул, происходящих в процессах гидратации и дегидратации, при адсорбции и десорбции ионов, при возникновении и разрушении минералов и до перемещения, уничтожения и возникновения целых массивов горных пород, мы имеем единую форму движения материи, которая может быть названа «геологической формой движения материи». Человек, став крупнейшей геологической силой, оказывает свое особое влияние на это движение, в ряде случаев сознательно изменяя его в нужных для человека направлениях. В других случаях влияние человека на геологическую форму движения материи происходит стихийно и может привести к отрицательным или (случайно) к положительным результатам.

Если мы хотим познать влияние всей многообразной деятельности человека на геологические формы движения материи, то в первую очередь мы должны изучить объективно существующие формы движения материи в природе независимо от самой деятельности человека. Только познав закономерности природных процессов на различных уровнях, возможно сознательное регулирование этих процессов человеком. В нашем случае это значит, что для познания динамики земной коры под влиянием инженерной деятельности человека необходимо знать динамику земной коры, протекающую в природе независимо от человека. Нельзя изучать инженерно-геологические свойства горных пород и разрабатывать искусственные методы их улучшения, не познав их состав, структуру и текстуру. Нельзя изучать инженерно-геологические процессы, не зная, под влиянием каких факторов протекают природные экзогенные и эндогенные процессы. Нельзя изучать инженерно-геологические условия данной территории без познания истории ее геологического развития и анализа современной физико-географической обстановки. Таким образом, инженерная геология, имея свой собственный объект исследования – влияние инженерной деятельности человека на геологическую обстановку, обязана изучить природные закономерности в широком аспекте.

Инженерная геология решает сложные практические вопросы, а это как раз и является доказательством того, что она имеет свои теоретические основы, проверенные практикой, проверенные жизнью. Всей своей деятельностью инженерная геология завоевала себе полноправное положение в ряду других геологических наук.

Инженерная геология развивается на основе единой философской концепции – на принципах анализа естественно-исторического и генетического формирования инженерно-геологических условий территории, а также состава, состояния и свойств горных пород, изменяющихся в ходе истории геологического развития данного участка земной коры за все время его существования.

1.2. Геологическое строение и возраст горных пород

Происхождение и строение Земли. Наша Земля – одна из девяти планет солнечной системы (Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон). Земля чуть больше Венеры и обладает большой массой, несколько большим периодом обращения вокруг Солнца, но зато намного более быстрым осевым вращением. Благодаря этому и существованию жидкого ядра она имеет сильное магнитное поле, защищающее органический мир на ее поверхности от глубинного влияния космических лучей. Отличия Земли от других планет земной группы и от Луны состоят в том, что ее кора сложена не только базальтами, но в пределах континентов и гранитами, что на ее поверхности присутствует большой объем жидкой воды, заполняющей океаны и моря (на Венере вода, вероятно, испарилась, а ее пары ушли в космическое пространство; на Марсе вода застыла в виде льда). На Земле активно проявляются магматические и тектонические (вулканизм, движения и деформации земной коры), а также различные экзогенные (деятельность ветра, рек и т.п.) процессы; рано зародился и пышно расцвел органический мир.

Первоначально довольно единодушно принималось, что внутренние планеты, в том числе Земля, первично состояли из смеси железосиликатного вещества, а затем произошло разделение на железное ядро и силикатную оболочку – мантию. Намагниченность древних пород показывает, что расплавленное внешнее ядро должно было существовать уже 3,5 млрд лет назад. В последнее десятилетие у специалистов стала популярна другая точка зрения – о том, что сначала аккумуляровалось тугоплавкое, в основном железное, вещество, составившее ядра планет земной группы, а затем уже на него налипши более легкоплавкие силикатные частицы. Представляется промежуточная концепция, выдвинутая Н.И. Хитаровым и О.В. Кусковым, – об аккумуляции сначала внутреннего ядра и выделении внешнего ядра уже в процессе дифференциации мантии.

С этим вопросом тесно связано и решение второго вопроса, интересующего геологов, – о степени первичного разогрева Земли и других планет. Дело в том, что, даже если Земля «родилась» вполне холодной, ряд факторов должен был привести к ее существенному разогреву. Это, во-первых, соударение планет с Землей, сопровождающееся выделением тепла; во-вторых, гравитационная дифференциация при выделении ядра (отсюда важность выбора той или иной гипотезы его образования) и, в-третьих, распад естественно-радиоактивных элементов, среди которых должны были присутствовать короткоживущие изотопы алюминия, йода, плутония и др. Четвертым, дополнительным источником тепла могло являться трение, вызываемое твердыми приливами, которые на начальной стадии развития Земли должны были быть гораздо более мощными, чем в настоящее время, благодаря более близкому расположению Луны по отношению к нашей планете.

Первые представления о форме и размерах Земли появились в глубокой древности. Длительное время Земля рассматривалась как шарообразное тело. В XVII–XVIII вв., когда для изучения размеров Земли впервые стали применяться более точные методы измерения (триангуляция), было выяснено, что Земля не представляет собой идеального шара, так как полярный и экваториальный радиусы неодинаковы (разница между ними составляет немногим более 21 км).

В нашей стране с 1946 г. за форму Земли принимают эллипсоид Красовского с параметрами: экваториальный радиус – 6378,245 км; полярный радиус – 6356,863 км; площадь поверхности Земли составляет около 510 млн км², ее объем – $1,083 \cdot 10^{12}$ км³, масса – $5,976 \cdot 10^{27}$ г.

Главной особенностью строения Земли является неоднородность физических свойств и дифференцированность состава вещества по радиусу с обособлением ряда оболочек.

Оболочки и ядро Земли. На основании сейсмических данных выделяют три главные оболочки Земли, отделенные друг от друга четко выраженными поверхностями раздела, где скорости сейсмических волн резко изменяются (*рис. 1*):

1. Земная кора (слой А) – твердая верхняя оболочка Земли. Ее мощность изменяется от 5–10 (12) км под водами океанов до 30–40 км в равнинных областях, 50–75 км в горных районах (максимум под Андами и Гималаями).

2. Мантия Земли распространяется ниже земной коры до глубины 2900 км от поверхности. Она подразделяется на две части:

верхнюю мантию (слои В, С и Д) до глубины 4980–5120 км и внутреннее ядро ниже 5120 км.

3. Ядро Земли. В нем выделяют внешнее ядро (слой Е) до глубин около 4980 км, переходной слой в интервале глубин 4980–5120 км и внутреннее ядро ниже 5120 км.

Плотность и давление.

Средняя плотность Земли по гравиметрическим данным составляет $5,52 \text{ г/см}^3$. Плотность горных пород, слагающих земную кору, колеблется от $2,4\text{--}2,5$ до $2,9\text{--}3,0 \text{ г/см}^3$.

Состав земной коры.

Земная кора складывается различными группами горных пород, отличающихся друг от друга условиями образования и составом. Горные породы представляют собой минеральные агрегаты, т.е. состоят из определенного сочетания минералов, которые, в свою очередь, состоят из атомов химических элементов.

Минералы – это природные химические соединения или самородные химические элементы, возникшие в результате определенных физико-химических процессов, протекающих в земной коре и на ее поверхности.

Горные породы, слагающие земную кору, в большинстве своем представляют агрегат многих минералов, реже они состоят из зерен одного минерала. Породы, состоящие из многих минералов, называются полиминеральными (греч. «поли» – много), из одного минерала – мономинеральными (греч. «моно» – один). Минеральный состав, строение и формы залегания горной породы отражают условия ее образования. Строение породы определяется структурой и текстурой. Под структурой понимается особенность внутреннего строения горной породы, связанная со степенью ее кристалличности, абсолютными и относительными размерами зерен разных минералов, составляющих горную породу, их формой и способом сочетания, под текстурой – сложение породы, т.е. взаимное расположение в пространстве слагающих ее частиц.

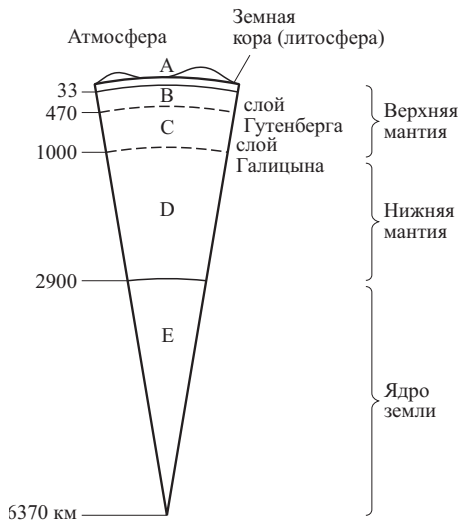


Рис. 1. Внутреннее строение Земли

По происхождению горные породы подразделяются на три группы:

1) магматические, образующиеся в результате внедрения (интрузии) в земную кору или извержения на поверхность магмы – флюидально-силикатного расплава; излившаяся на поверхность магма называется лавой;

2) осадочные горные породы, образующиеся путем механического или химического осаждения продуктов разрушения (экзогенными процессами) ранее существовавших горных пород, а также благодаря жизнедеятельности и отмиранию организмов;

3) метаморфические породы, образующиеся из любых горных пород при воздействии на них высоких температур и давления, а также различных газообразных и жидких растворов, проникающих с глубины.

Здесь приводятся лишь краткая характеристика и названия пород, что необходимо для понимания особенностей строения земной коры.

Магматические горные породы слагаются в основном силикатами. По содержанию SiO_2 (кремнекислоты) они подразделяются на пять групп; в каждой из них на первом месте указывается интрузивная порода, на втором – эффузивная (вулканическая), т.е. излившийся аналог.

1. Ультракислые породы содержат более 75% SiO_2 – это различные пегматиты.

2. Кислые породы содержат более 65% SiO_2 . К ним относится группа гранита-липарита. Это кварцполевошпатовые горные породы.

3. Средние породы, содержащие 65–52% SiO_2 . Группа диорита-андезита. Это бескварцевые горные породы, состоящие из натрово-кальциевых плагиоклазов и содержащие до 15–30% темноцветных минералов (роговая обманка, часто присутствует авгит и биотит).

4. Основные породы содержат 52–45 (40)% SiO_2 . Группа габбро-базальта, состоящая из основных плагиоклазов и цветных минералов (до 30–50%), среди которых наиболее типичны пироксены.

5. Ультраосновные породы с минимальным (<45–40%) содержанием SiO_2 . Группа перидотита (бесполевошпатовые горные породы). Эти породы сложены магнезиально-железистыми силикатами – оливином и пироксенами.

Осадочные горные породы покрывают около 75% поверхности континентов, преобладающая часть их образовалась из осадков морских водоемов. По генетическим признакам среди осадочных горных пород выделяются три главные группы:

- обломочные породы;
- глинистые породы;

- химические и биохимические (органогенные) породы.

Обломочные породы подразделяются по величине обломков на:

- 1) грубообломочные рыхлые (валуны, щебень, галька, гравий) и сцементированные (конгломераты, брекчии, гравелиты);
- 2) среднеобломочные – пески и песчаники;
- 3) мелкообломочные – алевриты и алевролиты.

Глинистые породы имеют наибольшее распространение (около 50%) среди осадочных горных пород и состоят из мельчайших (от 0,05–0,001 мм) частиц. Уплотненные глины называют аргиллитом. Помимо глиен существуют суглинки различного генезиса с меньшим содержанием глинистых частиц и особый тип – лессовидные пылеватые суглинки.

Химические и органогенные породы. Среди них наиболее широко распространены карбонатные породы – известняки, доломиты, мергели, в меньшей степени кремнистые – яшмы, диатомиты, трепелы, опоки. К породам химического происхождения относятся каменная соль, гипс и др.

Особой категорией являются породы угольного ряда, характеризующиеся различной степенью разложения органического вещества и разным содержанием углерода: это торф, бурый уголь, каменный уголь, антрацит. К породам смешанного обломочного и органогенного происхождения относятся горючие сланцы.

Метаморфические породы. По мере нарастания интенсивности метаморфизма (повышение температуры и давления) среди них могут быть выделены: глинистые сланцы, кристаллические сланцы и гнейсы (парагнейсы из осадочных пород и ортогнейсы – из магматических). При метаморфизме кварцевых песчаников образуются кварциты, а из известняков и доломитов – мраморы. К контактно-метаморфическим породам относятся роговики и скарны.

Геологическая хронология. Одна из главных задач истории развития Земли – установление времени ее возникновения, последовательности развития, периодизация всех геологических событий. Время событий в геологии часто определяется условными категориями – «древнее», «моложе», отношение одних временных единиц к другим: например, палеозойская эра древнее мезозойской или каменноугольный период в истории Земли занимал более ранний интервал времени, чем пермский? Подобное деление истории Земли называется относительной геохронологией.

Наука, изучающая слои земной коры, их взаиморасположение и последовательность возникновения, называется стратиграфией (лат. «стратум» – слой, «графо» – пишу, описываю). Из стратиграфическо-

го анализа вытекает стратиграфический метод относительной геохронологии. Он позволяет сопоставлять и проследивать отдельные слои, сходные по литологии, т.е. по составу породы, на значительные расстояния. Этот метод расчленения называется литостратиграфией.

Различные отрезки геологической истории называются (в порядке уменьшения их продолжительности) эонами, эрами, периодами, эпохами, веками. И хотя некоторые названия взяты из исторической школы времени (век, эра), они не тождественны последним: геологические отрезки времени значительно более протяженны по сравнению с историческим временем, но исключить из геологии категории «малого исторического времени» невозможно, так как наряду с длительно развивающимися процессами, измеряемыми тысячами и миллионами лет, существуют геологические процессы, например землетрясения, обвалы горных пород, которые совершаются быстро, в течение секунд, минут и т.п.

Палеонтологический метод установления относительного возраста и последовательности залегания пород является основным в относительной геохронологии. В основу метода положена история развития органической жизни на Земле. В большинстве осадочных пород можно встретить остатки животных или растительных организмов. По эволюции органического мира было установлено, что животные и растительные организмы в течение геологической истории постепенно совершенствовались в борьбе за существование, приспособляясь к изменяющимся условиям жизни. Некоторые животные и растительные организмы на определенных стадиях развития Земли полностью вымирали, на смену им приходили другие, более совершенные. Таким образом, по остаткам ранее живших более примитивных предков, найденных в каком-либо пласте, можно судить об относительно более древнем возрасте данного пласта.

В последние десятилетия были разработаны методы определения абсолютного возраста горных пород. Точность этих определений повышается с приближением к современности.

Абсолютная геохронология представляет собой учение об измерении геологического времени, выраженного в обычных абсолютных астрономических единицах – годах. Абсолютная геохронология определяет время возникновения, завершения и длительность всех геологических событий, и в первую очередь время образования горных пород и минералов, так как по их возрасту определяется возраст геологических событий. Особую ценность абсолютная геохронология приобретает при определении возраста магматических пород, а также пород, возникших на ранних этапах развития Земли, так как

здесь методы относительной геохронологии почти бессильны. Абсолютная геохронология придает большую точность и определенность хронологии геологических событий. В своем радиологическом варианте она впервые дала возможность правильно определить возраст Земли. Применяются радиоактивные методы, основанные на использовании процессов радиоактивных превращений в химических элементах (уран, калий, рубидий и др.), входящих в состав горных пород.

Геологическая история развития Земли началась с архейского эона. Геохронологическая шкала истории Земли (*табл. 1*) подразделяется далее на протерозойский и фанерозойский эоны, а последний на три эры, обоснованные этапами развития органического мира, в связи с чем были предложены и названия эр:

- 1) палеозойская (греч. «палеос» – старый) – эра старой жизни;
- 2) мезозойская (греч. «мезос» – средний) – эра средней жизни;
- 3) кайнозойская (греч. «кайнос» – новый) – эра новой жизни.

Архейский эон. Среди архейских пород известны осадочные (морские и континентальные), вулканические и особенно магматические породы. Большинство пород архея сильно изменено в условиях высоких температур и давлений и поэтому относится к типу метаморфических. С архейскими породами связаны месторождения полезных ископаемых: железных руд, золота, урана. В архейских породах встречаются органические остатки микроскопических размеров: водоросли, бактерии.

Протерозойский эон. Отложения протерозоя более разнообразны, чем архейские. Здесь появляются более слабометаморфизованные осадочные отложения, в том числе образованные водорослями, – известняки, углеродистые, железистые породы, свидетельствующие о широком развитии в то время бактерий, сине-зеленых водорослей и других простейших микроорганизмов.

Фанерозойский эон. Палеозойская эра. Кембрийский период. Этот период отличается от предыдущего времени существенно, особенно в развитии органического мира. Появляются скелетные организмы: археоциаты – руководящие ископаемые кембрия, трилобиты, брахиоподы. Для кембрия известно более 100 видов животных и водорослей, позволяющих расчленять и сопоставлять кембрийские породы. Для этого периода характерны месторождения железа, марганца, фосфоритов, горючих сланцев, меди, свинца, цинка и особенно каменных и калийных солей.

Ордовикский период. На протяжении этого периода континенты испытывали значительные опускания, в связи с чем моря занимали наибольшую в фанерозое площадь, а следовательно, продолжала

Содержание

Раздел 1. ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ	3
1.1. Предмет и задачи инженерной геологии	6
1.2. Геологическое строение и возраст горных пород	11
1.3. Минералы горных пород	27
1.3.1. Минералы и их классификация	27
1.3.2. Морфологические признаки	33
1.3.3. Механические признаки	34
1.3.4. Физические и оптические признаки	36
1.3.5. Химические признаки	37
1.4. Горные породы	38
1.4.1. Магматические горные породы	38
1.4.2. Осадочные горные породы	44
1.4.3. Метаморфические горные породы	53
1.5. Грунты	57
1.6. Основные понятия гидрогеологии	68
1.7. Зональные элементы инженерно-геологических условий	87
Раздел 2. ОСНОВЫ ГЕОМОРФОЛОГИИ	92
2.1. Рельеф и его формы	94
2.2. Рельефы, обусловленные деятельностью эндогенных сил	103
2.3. Рельефы, обусловленные деятельностью экзогенных сил	110
2.3.1. Процесс выветривания горных пород	110
2.3.2. Геологическая деятельность ветра и эоловый рельеф	118
2.3.3. Эрозионно-аккумулятивные формы рельефа	121
2.3.4. Геологическая деятельность рек	126
2.3.5. Геологическая деятельность ледников и водно-ледниковых потоков	133
2.3.6. Криогенный рельеф	138
2.3.7. Плывуны	143
2.3.8. Просадочные явления	145
2.3.9. Рельеф береговой зоны морей	147
2.4. Склоновые и карстово-суффозионные процессы	150

Раздел 3. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ.....	164
3.1. Инженерно-геологические изыскания в сложных грунтовых условиях.....	168
3.1.1. Инженерно-геологические изыскания в рай- онах распространения элювиальных грунтов...	168
3.1.2. Инженерно-геологические изыскания в рай- онах распространения засоленных грунтов.....	174
3.1.3. Инженерно-геологические изыскания в рай- онах распространения набухающих грунтов....	182
3.1.4. Инженерно-геологические изыскания в рай- онах распространения просадочных грунтов ...	187
3.1.5. Инженерно-геологические изыскания в рай- онах распространения (биогенных) слабых грунтов	199
3.1.6. Инженерно-геологические изыскания в рай- онах распространения многолетнемерзлых грунтов	206
3.1.7. Особенности инженерно-геологических изы- сканий в районах распространения искусст- венных грунтов.....	214
3.2. Инженерно-геологические изыскания в районах распространения различных процессов и явлений.....	220
3.2.1. Особенности инженерно-геологических изы- сканий в районах развития переработки бе- регов водохранилищ, озер, рек	220
3.2.2. Особенности инженерно-геологических изы- сканий в районах развития оползней и обва- лов.....	226
3.2.3. Особенности инженерно-геологических изы- сканий в районах развития карста	236
3.2.4. Особенности инженерно-геологических изы- сканий в районах развития подтопления	242
3.2.5. Особенности инженерно-геологических изы- сканий на подрабатываемых территориях	249
3.2.6. Особенности инженерно-геологических изы- сканий в лавиноопасных районах	253
3.2.7. Особенности инженерно-геологических изы- сканий в селеопасных районах.....	257
3.2.8. Особенности инженерно-геологических изы- сканий для реконструкции промышленных зданий и сооружений	262
ЛИТЕРАТУРА	268

Учебное издание

Николай Александрович **Платов**,
Александр Дмитриевич **Потапов**,
Надежда Сергеевна **Никитина**,
Татьяна Геннадьевна **Богомолова**

ГЕОЛОГИЯ

Редактор *В.Ш. Мерзлякова*
Компьютерная верстка *Е.М. Лютова*
Дизайн обложки *Н.С. Романова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98. Формат 60x90/16.

Бумага офс. Гарнитура Таймс.

Печать офсетная. Усл. 17 п.л. Заказ №

ООО «Издательство АСВ»
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – оф. 511
тел., факс: (499)183-56-83, e-mail: iasv@mgsu.ru, <http://www.iasv.ru/>