

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н. И. Вавилова»

ГИДРОГЕОЛОГИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

краткий курс лекций

для студентов IV курса

Направление подготовки

20.03.02 Природообустройство и водопользование

Профиль подготовки

Комплексное использование и охрана водных ресурсов

Саратов 2016

УДК 55
ББК 26
Ф63

Гидрогеология урбанизированных территорий: краткий курс лекций для студентов IV курса специальности (направления подготовки) 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» / Сост.: Б.В. Фисенко// ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 21 с.

Краткий курс лекций по дисциплине «Гидрогеология урбанизированных территорий» составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для студентов направления подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование». Краткий курс лекций содержит теоретический материал по основным разделам дисциплины. Направлен на формирование у студентов теоретических знаний и способности применения практических навыков в области гидрогеологии населенных пунктов в последующей профессиональной деятельности.

УДК 55
ББК 26

© Фисенко Б.В., 2016
© ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2016

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития хозяйственной деятельности человека комплекс природных (геологических) компонентов и объектов техносферы (строительных объектов) рассматривается в качестве «природно-технической системы», функционирующей как единое целое. Данная особенность вносит в решение вопросов планирования, проектирования, строительства и эксплуатации объектов необходимость всесторонней оценки и прогнозирования устойчивости геологической среды.

Краткий курс лекций по дисциплине «Гидрогеология урбанизированных территорий» предназначен для студентов по направлению подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование». Основной целью дисциплины является изучение гидрогеологических компонентов геологической среды, которые могут оказать влияние на выбор проектных решений и дальнейшую эксплуатацию зданий и сооружений на урбанизированных территориях. В гидрогеологию урбанизированных территорий, которая является прикладной дисциплиной, входят основы общей геологии и гидрогеология как естественнонаучные дисциплины. Неотъемлемой частью являются инженерно-геологические изыскания – система знаний о способах и приемах производства, накопления и обработки инженерно-геологической информации, обеспечивающих разработку технически правильных и экономически наиболее целесообразных решений при проектировании и строительстве.

Основной целью курса является формирование у студентов теоретических знаний и способности применения практических навыков в области гидрогеологии урбанизированных территорий в последующей профессиональной деятельности.

Лекция 1

ГИДРОГЕОЛОГИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ, ПРЕДМЕТ ЕЕ ИЗУЧЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД

1.1. Определение науки гидрогеология; вопросы, изучаемые этой дисциплиной связь ее с другими науками.

Гидрогеология - наука о подземных водах: их происхождении, условиях залегания в земной коре, законах движения, физических и химических свойствах воды, связи с атмосферными и поверхностными водами, о хозяйственном использовании подземных вод.

Уже в самом определении перечислена часть вопросов, изучаемых этой дисциплиной. Кроме того, очень важное место занимает прикладная гидрогеология.

Как и геология, гидрогеология состоит из нескольких разделов, имеющих самостоятельное значение: общая гидрогеология, динамика подземных вод, мелиоративная гидрогеология, региональная гидрогеология, учение о минеральных водах, геохимия подземных вод.

Общая гидрогеология изучает общие вопросы распределения, историю, состав, режим и другие особенности подземных вод.

Динамика подземных вод рассматривает движение подземных вод в горных породах как в естественных условиях, так и при их эксплуатации.

Мелиоративная гидрогеология исследует вопросы, связанные с изучением, прогнозированием и оценкой гидрогеологических условий мелиорируемых земель и мониторинг при их эксплуатации.

Региональная гидрогеология изучает размещение и скопления подземных вод как по отдельным районам, так и всей Земли.

Учение о минеральных водах исследует вопросы, связанные с происхождением, химическим составом, движением подземных вод.

Геохимия подземных вод изучает вещественный состав подземных вод и процессы миграции химических элементов.

Изучение гидрогеологии невозможно без привлечения таких дисциплин, как математика, физика, геология, гидравлика, геохимия, гидрология, метеорология, почвоведение, экономика.

1.2. Основные гидрогеологические свойства горных пород

Взаимоотношение подземных вод и горных пород зависит от целого ряда свойств пород, вмещающих воду. К основным из них относятся:

1. Гранулометрический состав
2. Пористость
3. Водопроницаемость
4. Капиллярность
5. Влагоемкость
6. Водоотдача

1.3. Гранулометрический состав

Гранулометрический состав - это показатель, характеризующий процентное содержание в породе частиц различного размера.

От размера частиц и степени их сортировки зависят такие важные гидрогеологические свойства пород, как пористость и проницаемость. Существует целый ряд классификаций обломочных горных пород по крупности слагающих их обломков. Для определения гранулометрического состава пород, грунтов и почв в лабораториях производят специальные гранулометрические (механические) анализы. Существует целый ряд методов такого анализа - пипеточный, Аттенберга, Рутковского, ситовой. Анализы, проводимые с помощью воды, основываются на зависимости Стокса:

где V - скорость выпадения частицы, g - ускорение силы тяжести, γ - плотность частиц, γ_p - плотность воды, η - вязкость воды, r - радиус частицы.

Результаты анализов сводят в таблицы, для наглядности строят графики и различные диаграммы.

По результатам анализов дают точное название пород или грунтов: песок, супесь, суглинки, глина и т.д.

Знание гранулометрического состава грунтов совершенно необходимо для решения целого ряда практических задач, таких как установление возможности вымываемости грунта,

возможности использования грунтов для насыпей, фильтров скважин и др.

1.4. Пористость

Пористость - это наличие в породе пустот, которые при ответствующих благоприятных условиях могут быть заполнены жидкими и газообразными флюидами и, в частности, водой. Пористость может быть обусловлена, во-первых, неплотным прилеганием минеральных частиц друг к другу и, во-вторых, трещинами, имеющимися в породе.

Пористость определяется как отношение объема пор к объему всей породы, выраженная в процентах. Она выражается формулой где пористость, %; V_n - объем пор, V - объем породы.

Кроме показателя пористости пород в механике грунтов используется коэффициент пористости, или так называемая приведенная пористость. Коэффициент пористости представляет собой отношение объема пор к объему скелета породы и обозначается буквой e . Единицы пористости n и коэффициент пористости связаны между собой следующими отношениями:

От чего зависит пористость рыхлых пород? От размера и формы частиц, от степени неоднородности ее механического (гранулометрического) состава, т.е. от степени отсортированности породы. Большое значение имеет взаимное расположение частиц. В результате естественного или искусственного уплотнения пород пористость уменьшается.

Пористость пород колеблется в широких пределах - от единиц до нескольких десятков процентов. У крупнозернистых пород значение пористости меньше, чем у тонких. Например, глины состоят из мелких частиц, но поры крупнее этих частиц, поэтому их суммарный объем большой и, следовательно, пористость глин большая.

1.5. Водопроницаемость

Водопроницаемость - это способность пород пропускать сквозь себя воду. Проницаемость обусловлена наличием в породе пор, но пористость и проницаемость - разные особенности пород. Порода может быть сильно пористой, но в тоже время слабопроницаемой. Так, у глин пористость достигает 50-60 % а проницаемость часто практически равна нулю, поэтому чистые глины являются хорошим водоупором. Таким образом чем больше сечение пор, тем больше водопроницаемость. Поэтому такие породы, как галечники, гравий, песок обладают хорошей проницаемостью.

Бывают породы полупроницаемые или слабо проницаемые. К ним относятся суглинки, лесс, глинистые пески, мергели и другие.

1.6. Капиллярность

Капиллярность, или капиллярная пористость - это пористость, обусловленная наличием в породе очень мелких капиллярных пор диаметром 0,5-1 мм в зернистых породах или очень тонких волосных трещин диаметром 0,25 мм в крепких скальных породах. В глинистых породах поры представлены субкапиллярами диаметром 0,001 мм.

Капиллярность в породах проявляется под действием сил поверхностного натяжения. В результате действия этих сил в породах над уровнем грунтовых вод образуется капиллярная кайма.

Показателем капиллярности является высота и скорость подъема воды в капиллярных породах. Эти показатели зависят от гранулометрического состава, степени сортировки частиц, от их формы, а также температуры и минерализации воды. С повышением температуры высота капиллярного подъема уменьшается, а с увеличением минерализации воды - увеличивается.

По данным некоторых исследователей капиллярная вода может подниматься до 2-3 м. В почве вода по капиллярам поднимается сначала со скоростью 1-2 см/с, затем движение замедляется. Для того чтобы подняться до высоты 1 м, требуется 2-3 месяца.

1.7. Влагоемкость

Влагоемкость - это способность горных пород вмещать и удерживать в своих пустотах определенное количество воды. Влагоёмкость выражается отношением массы влаги к массе сухой породы или отношением объема воды в порах к общему объему породы.

Различают следующие виды влагоемкости: полная, или наибольшая (ПВ), т.е. наибольшее количество влаги, которое может содержаться в породе при заполнении водой всех пустот; капиллярная (КВ) - определяется наибольшим количеством капиллярно-подпертой влаги; наименьшая (НВ) - это то количество воды, которое может удерживаться в породе в подвешенном состоянии, т.е. не стекая из породы; пленочная, или максимальная молекулярная (ММВ) - это наибольшее количество воды, которое удерживается в породе силами молекулярного притяжения;

5. Максимальная гигроскопичность (МГ) - определяется наибольшим количеством влаги, которое порода может сорбировать из воздуха, насыщенного водяными парами.

По степени влагоемкости все породы делятся на очень влагоемкие (глины, торф, суглинки), слабо влагоемкие (супеси, лессовидные породы, мелкие пески и др.) и практически невлагоемкие (галечник, гравий, крупнозернистые пески и др.).

1.8. Водоотдача

Водоотдача - это способность породы, насыщенной водой, отдавать свободную воду путем отекания.

Для измерения ее пользуются коэффициентом водоотдачи, который представляет собой отношение объема стекшей воды, ранее заполнявшей пустоты, к объему всей породы и обозначается через α :

где V_v - объем стекшей воды.

Наибольшей водоотдачей обладают крупнопористые породы - гравий, галечник, крупнозернистый песок.

Кроме коэффициента водоотдачи часто используют так называемый коэффициент недостатка насыщения. Он представляет собой разность между полной влагоемкостью и естественной влажностью породы перед началом инфильтрации и выражается в долях единицы объема.

Примерные значения водоотдачи различных пород следующие: песков гравелистых и крупнозернистых - 0,25-0,35, среднезернистых - 0,20-0,25, мелкозернистых - 0,15-0,20, тонкозернистых песков и супесей - 0,10-0,15. суглинков - меньше 0,1, глин - близка к нулю.

Вопросы для самоконтроля:

1. Определение науки гидрогеология.
2. Разделы дисциплины гидрогеологии.
3. Основные гидрогеологические свойства горных пород.

Рекомендуемая литература

1. Н.В. Короновский, Н.А. Ясаманов. Геология: Учебник для вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003 г.:
2. Суворов А.К. Геология с основами гидрогеологии. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений) – М.: Колос, 2007. – 207 с: ил.

Лекция 2

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СВОЙСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Часть 1

2.1. Химический состав подземных вод

Все подземные воды представляют собой сложные естественные химические растворы. Химический состав и свойства подземных вод не постоянны, они изменяются в пространстве и времени. Эти изменения зависят от ряда факторов, в том числе и антропогенной деятельности.

Атмосферная вода, попадая в горные породы, инфильтруется в них, обогащаясь по пути своего движения различными солями, органическими веществами и газами. Двигаясь в горных породах, вода взаимодействует с вмещающими ее породами, растворяет содержащиеся в них вещества и превращается в раствор сложного состава.

К числу основных природных факторов, от которых зависит химический состав подземных вод, относятся: климат, характер почвенного слоя, состав горных пород, деятельность живых организмов и человека. Кроме того, немалую роль в составе подземных вод играют геологическое строение местности, географические и геоморфологические особенности ее, тектоническое строение, условия питания, водообмена.

В настоящее время в природных, в т. ч. подземных, водах в растворенном виде обнаружено около 80 химических элементов. Наиболее распространенными элементами являются следующие Cl, S, C, Si, W, O, K, Na, Mg, Ca, Fe, Al.

Химический состав подземных вод определяется, количеством и соотношением содержащихся в них в растворенном виде солей, которые присутствуют в воде в виде катионов и анионов. Как вам известно, катион - это ион, заряженный положительно, а анион - отрицательно.

Среди катионов, находящихся в подземных водах, наибольшее значение имеют H^+ , Mg , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , а среди анионов - анионы гидроксильной группы OH , Cl , SO , HCO . В молекулярном и коллоидном состоянии почти во всех водах содержатся органические вещества и коллоиды.

Кроме того, природные воды содержат в своем составе почти все известные радиоактивные элементы. Особое значение среди них имеют уран, радий и радиоактивная эманация радия - радон.

2.2. Химические свойства подземных вод

Для химической характеристики подземных вод используют различные специальные показатели их свойств. Основные из них следующие: реакции воды (pH), агрессивность, жесткость, щелочность, минерализация.

Реакция воды или величина pH показывает концентрацию ионов водорода. Показатель pH представляет собой десятичный логарифм концентрации ионов водорода, взятый с положительным знаком,

Знать величину pH необходимо для решения целого ряда вопросов как теоретического, так и практического плана, таких, например, как оценка агрессивности подземных вод, их коррозийная способность и др.

По величине рН воды делятся на 5 групп:

1. Очень кислые - рН 5;
2. Кислые - рН 5-7;
3. Нейтральные - рН =7;
4. Щелочные - рН 7-9;
5. Высокощелочные - рН 9.

В большинстве своем подземные воды имеют слабощелочную реакцию, но в ряде районов встречаются воды с нейтральной реакцией, а иногда и с кислой, например, в районах сульфидных и каменноугольных месторождений,

Определение концентрации водородных ионов производится на месте взятия проб воды колориметрическим способом - с помощью набора лакмусовой бумаги,

Агрессивность воды - это ее разрушающее воздействие на бетон и металл, Она зависит от наличия в воде различных химических веществ и, прежде всего, агрессивной углекислоты, а также связана с реакцией воды, Свойство агрессивности очень вредное и вызывает коррозию и разрушение, различных частей строительных объектов,

Выделяют следующие виды агрессивности воды по отношению к бетону:

1. Сульфатная агрессивность проявляется в случае, если содержание сульфатного иона более 250 мг/л;
2. Магнезиальная - содержание иона магния более 2000 мг/л.
3. Выщелачивающая - содержание гидрокарбонатного иона менее 1, 5 мг/л.
4. Общекислотная - величина рН менее 7;
5. Углекислотная. Определяется содержанием углекислого газа и кальция.

Жесткость - это качество воды, обусловленное присутствием в ней ионов кальция и магния. Для вод, используемых в технических и хозяйственных целях, жесткость имеет большое отрицательное значение.

Различают три вида жесткости: общую, временную и постоянную.

Общая жесткость определяется общим содержанием в воде всех солей кальция и магния.

Временная или карбонатная жесткость обусловлена наличием в воде бикарбонатов кальция и магния, которые при кипячении осаждаются, переходя в карбонаты - кальцит и магнезит.

Постоянную жесткость воде придают соли кальция и магния, оставшиеся в воде после кипячения.

Для питьевых целей наиболее подходящими являются подземные воды с общей жесткостью от 3 до 7 мг/экв.

По величине жесткости все подземные воды делят на 5 групп:

1. Вода очень мягкая. Жесткость до 1.5 мг/экв (до 4,2);
2. Вода мягкая. Жесткость 1.5-3 мг/экв (4,2-8.4);
3. Вода умеренно-жесткая - 3--6 мг/экв (8.4-16.8);
4. Вода жесткая - 6-9 мг/экв (16.8-25,2);
5. Вода очень жесткая - 9 мг/экв и более (более 25,2),

При необходимости жесткие воды смягчают специальной обработкой до необходимой величины.

Щелочность воды обусловлена наличием в ней щелочей натрия (NaOH), карбонатов и бикарбонатов натрия (NaCO и Na(HCO)). Различают щелочность гидратную, карбонатную и бикарбонатную.

При неглубоком залегании щелочные подземные воды могут вызвать в засушливых районах содовое засоление почв, очень вредное для растений.

Минерализация воды - это общее содержание в ней всех растворенных веществ, образующих сухой остаток при ее испарении, Сухой или плотный остаток измеряется в мг или г/л.

По величине сухого остатка, т.е. по величине минерализации, все природные воды подразделяются на 6 групп:

1. Воды пресные - сухой остаток до 1 г/л;
2. Воды слабосоленые - 1-3 г/л;
3. Воды сильно соленые - 3-10 г/л;
4. Воды соленые - 10-25 г/л;
5. Воды сильносоленые - 25-50 г/л;
6. Рассолы - более 50 г/л.

Общая минерализация служит одним из основных показателей при оценке качества подземных вод. Так, для питьевых целей используют воды с минерализацией до 1 г/л, а для орошения до 1,5г/л.

С целью наглядности и сокращения характеристик подземных вод предложены и используются различные формулы, отражающие их состав, Среди них наибольшим признанием пользуется формула М. Г. Курлова.

Часть 2

2.3. Химический анализ подземных вод и формы его выражения

Химическим анализ является одним из основных методов исследования воды. Химический анализ производится для следующих целей:

1. Для изучения закономерностей формирования и распространения подземных вод;
2. Для оценки пригодности воды в питьевых, технических, сельскохозяйственных, лечебных и др. целях;
3. Для поисков различных полезных ископаемых - нефть, газ, различные руды;
4. Для оценки подземных вод как химического сырья при извлечении из них йода, брома, бора и других химических веществ.

Для общей характеристики подземных вод применяют три вида химического анализа - полевой, сокращенный и полный. Вид анализа, его полнота и тщательность зависят от цели анализа. Так, если производится оценка воды для питьевых целей, первоочередное и самое серьезное внимание надо уделить определению содержания соединений азотистой кислоты и аммиака. Даже ничтожные их примеси свидетельствуют о возможном загрязнении вод вредными бактериями. Для технических же целей такая вода не вредна, и указанные соединения можно вообще не определять.

Для выражения результатов химического анализа воды существуют три основные формы выражения - ионная, мг-экв или эквивалентная и мг-экв% или процентная, а для наглядности результатов анализов используют четвертую форму - графическую.

Ионная форма. В ионной форме количество каждого иона выражается в миллиграммах, реже в граммах на 1 л воды,

Эквивалентная форма. Находящиеся в воде различные ионы взаимодействуют между собой в строго определенных эквивалентных весовых соотношениях (лат. эквивалент - равноценный, равнозначный). Эквивалентная форма позволяет судить о возможных сочетаниях между катионами и анионами. Данные химического анализа из ионной формы переводят в эквивалентную форму двумя способами,

Процент-эквивалентная форма принята для более наглядного представления о соотношениях между ионами при сопоставлении анализов. В этой форме содержание ионов, взятое в эквивалентной форме, выражается в процентах от суммы анионов и суммы катионов, которые принимаются за 100% каждая. По этой форме удобно и наглядно сопоставлять воды различного химического состава, записывать паспорт воды и солевой состав.

Вопросы для самоконтроля:

1. Факторы формирования химического состава подземных вод.
2. Классификация подземных вод по химическим свойствам.
3. Виды химического анализа подземных вод.

Рекомендуемая литература

1. Н.В. Короновский, Н.А. Ясаманов. Геология: Учебник для вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003 г.:
2. В.В. Романов, Б.В. Фисенко. Основы геологии и гидрогеология: Учебное пособие / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2007 г.

Лекция 3

РЕЖИМ, БАЛАНС, ЗАПАСЫ И РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Часть 1

3.1. Режим подземных вод

Слово режим в переводе с французского означает точно установленный распорядок жизни. Применительно к подземным водам - режим означает их жизнь, поведение во времени и пространстве, изменение параметров вод под действием различных факторов.

В зависимости от количества воды, поступающей в водоносный пласт и расходуемый из этого пласта от атмосферного давления, от водоносности поверхностных водоемов, от работы каналов и водохранилищ и др.

Температура подземных вод изменяется в зависимости от колебаний температуры воздуха, от проникновения в водоносный пласт вод с иной температурой.

Изменение химического состава связано с интенсивностью питания или расхода подземных вод, с выщелачиванием солей в зоне аэрации и с проникновением этих солей в водоносный пласт при инфильтрации.

Все изменения подземных вод связаны между собой, зависят друг от друга и часто происходят одновременно.

3.2. Виды естественного режима подземных вод

На режим подземных вод влияют различные факторы, которые подразделяются на две группы: естественные или природные, и искусственные или технические,

К естественным факторам в настоящее время большинством исследователей относятся следующие: климатический, гидрологический, геоморфологический, геологический, биологический.

Следует иметь ввиду, что часто по названию фактора одноименно называют и режим.

Климатический режим. Наибольшее значение имеет количество выпадающих атмосферных осадков. Кроме того, он зависит от температуры, которая изменяет величину испарения, а также от водопроницаемости и мощности зоны аэрации и различен в разных районах. В южных степных, полупустынных и пустынных районах уровень грунтовых вод повышается к весне, к осени падает, а летом становится минимальным. В северных районах повышение уровня грунтовых вод происходит летом, а во влажных субтропических зонах колебание уровня воды подчинено количеству выпадающих осадков и происходит в течение всего года,

Климатический режим характерен для грунтовых вод плоских водоразделов, аллювиальных равнин, горных массивов и других районов,

Гидрологический режим. Он обусловлен влиянием на подземные воды поверхностных - рек, озер, морей и других водоемов.

Большое влияние на режим подземных вод при условии наличия гидравлической связи оказывают реки. При подъеме уровня воды в реке происходит повышение уровня грунтовых вод. Ширина зоны влияния реки на режим грунтовых вод зависит от сле-

дующих факторов: от расхода воды в реке, от геологического строения берегов и от водопроницаемости пород.

Геоморфологический режим. Обусловлен рельефом земной поверхности. Для режима грунтовых вод не безразлично, ровная или неровная поверхность водораздельного пространства, степень расчлененности рельефа оврагами, балками или же это слабо наклоненные участки речных террас. По сравнению с климатическим фактором геоморфологический действует гораздо медленнее.

Геологический режим обусловлен геологическим фактором, Здесь главную роль играют геологическое строение и минеральный состав водоносного горизонта и зоны аэрации.

На режим грунтовых вод немалое влияние оказывает биологический фактор. Например, выкорчевывание лесов, являющихся местами скопления и сохранения в почве влаги, может привести к такому осушению, что они станут совершенно непригодными для дальнейшего их освоения.

3.3. Виды искусственного режима подземных вод

К искусственным или техническим факторам относятся: режим подземных вод в районе водохранилищ, в районах их эксплуатации, на площадях искусственного пополнения, в районах разработки полезных ископаемых, застроенных площадок и др.

Режим подземных вод в районах водохранилищ определяется созданием подпора грунтовых вод за счет подъема уровня воды в водохранилище.

Влияние крупных водохранилищ распространяется иногда на десятки км. В связи с этим при проектировании водохранилищ обязательно составляется прогноз подпора грунтовых вод и учитываются все возможные изменения, которые могут выразиться подтоплением застроенных территорий, в заболачивании или засолении прилегающей к водохранилищу местности.

Режим подземных вод в районе их эксплуатации. При отборе подземных вод для водоснабжения или орошения происходит снижение их уровня и образуются так называемые депрессионные воронки, радиус которых может достигать нескольких десятков км. Особенно ощутимо это явление в крупных городах, потребляющих большое количество воды.

Режим подземных вод на площадях искусственного пополнения. Искусственное пополнение - одна из мер борьбы с истощением подземных вод. Для того, чтобы создать искусственное пополнение подземных вод специальными сооружениями задерживается поверхностный сток воды и этим самым усиливается их инфильтрация.

Для задержки поверхностных вод устраивают инфильтрационные канавы, бассейны, траншеи, борозды. Запасы подземных вод пополняют осенью и зимой,

При проведении таких мероприятий уровень грунтовых вод повышается и происходит изменение режима.

Режим подземных вод в районах разработки месторождений полезных ископаемых. В районах эксплуатации полезных ископаемых, как правило, приходится проводить осушение месторождений. В результате вокруг месторождения образуются огромные депрессионные воронки и тем самым осложняется водоснабжение прилегающей территории, происходит изменение режима подземных вод,

Режим подземных вод в районе застроенных площадок определяется поливами зеленых насаждений, аварийными утечками воды из водопроводно-канализационных коммуникаций, степенью заасфальтированности площадей, улиц, которая уменьшает испарение подземных вод,

Таким образом, под влиянием технических Факторов нарушаются естественные режимы и возникают нарушенные или устанавливаются новые.

В зависимости от длительности проявления тех или иных Факторов режимы подземных вод делятся на: суточные, сезонные, годовые, многолетние,

Суточный режим выражается в колебаниях уровня грунтовых вод. Эти изменения вызваны суточными колебаниями испарения и транспирации. Последняя, прекращается в ночной период. Ночью уровень воды повышается, а днем - спадает. Этот режим проявляется тем больше, чем ближе к поверхности залегает водоносный пласт, амплитуда суточных колебаний может достигать 10-15 см.

Сезонный режим обусловлен сезонными колебаниями температуры, осадков, испарения, деятельностью человека,

Амплитуды сезонных колебаний очень широкие - от нескольких см до 10-15 м и зависят от состава пород, рельефа местности, климата и других факторов. Сезонные колебания влияют на изменение химического состава подземных вод.

Годовой режим проявляется в течение нескольких лет, Годы бывают влажные и многоводные и засушливые и маловодные. Периоды повторяются обычно через 2-3 года, Амплитуды годовых колебаний уровня подземных вод и их химического состава более значительные, чем сезонные,

Многолетний режим проявляется в течение 10-15 лет и обусловлен многолетними ритмическими изменениями осадков, испарения.

Часть 2

3.4. Баланс подземных вод

Баланс в переводе с французского означает равновесие, весы, а в различных областях хозяйства - соотношение приходной и расходной частей, прибыли и убыли.

В гидрологии под балансом воды понимают ее приход и расход, приход обусловлен выпадением осадков, а расход - испарением и стоком.

Баланс воды может рассматриваться как для отдельных участков земной поверхности, так и для всего земного шара в целом, Баланс воды на земном шаре есть не что иное, как количественное выражение закона круговорота воды в природе.

Приведем некоторые количественные данные из водного баланса Земли,

В атмосфере одновременно содержится 13-15 тыс. куб, км влаги и это количество полностью обновляется через каждые 9 суток.

Общий запас подземных вод в земной коре составляет около 60 млн., куб, км, причем полный водообмен происходит следующим образом: воды в зоне активного водообмена возобновляются за 333 года, межпластовые - примерно за 5000 лет, а глубинные воды - за десятки и сотни миллионов лет, т.е., за целые геологические периоды.

6 ледниках сосредоточены наибольшие запасы пресных вод Земли - 24-27 млн. куб, км и возобновляются они таким образом: в горных ледниках - за 10 тыс. лет, на крупных ледниковых пассивах С Антарктида) - за 200 тыс. лет.

Существуют различные методики водобалансового подсчета, различные формулы и уравнения водного и солевого баланса. Отдельные элементы баланса изучаются на специальных опытно-балансовых участках гидрогеологической службы.

Результаты балансовых расчетов обычно оформляются в виде сводных таблиц, в которых для каждой приходной или расходной статьи водного баланса выделяется специальная графа,

Метод водного баланса является одним из основных методов в мелиоративной гидрогеологии. С его помощью определяются основные Факторы режима подземных вод, составляются прогнозы режима на определенный период проведения тех или иных гидромелиоративных мероприятий и т. п.

Так, уравнение общего водного баланса включает: суммарное изменение запасов воды в границах рассматриваемой территории за определенный период, приток поверхностных вод, приток подземных вод, атмосферные осадки, испарение и транспирацию, подземный отток.

С помощью водно-балансовых исследований можно изучать очень важный и очень вредный процесс засоления почвы и вести с ним борьбу.

Уравнение общего солевого баланса включает: начальный и конечный запасы солей в поверхностных водотоках и водоемах в зоне аэрации и в подземных водах, поступление солей с подземным притоком, вынос солей с подземным оттоком.

Таким образом, можно сделать вывод, что баланс подземных вод какой-либо территории есть количественное выражение факторов, вызывающих изменение запасов воды и растворенных в ней солей за определенный отрезок времени.

3.5. Ресурсы подземных вод

Поскольку подземные воды являются полезными ископаемыми, очень важно знать их ресурсы или запасы. Согласно разработкам стран - членов СЭВ С (1985) принята следующая терминология: наряду с термином запасы, употребляется термин ресурсы, который характеризует возобновляемость подземных вод.

Выделяют следующие виды запасов и ресурсов: естественные и искусственные.

Естественные или статические запасы - это объем гравитационной воды, заключенный в порах, трещинах и карстовых пустотах горных пород в естественных условиях.

Естественные ресурсы, или динамические запасы - сумма всех приходных элементов баланса данного горизонта (атмосферные осадки, Фильтрация из рек, водоемов, перетекание).

Искусственные ресурсы - расход воды, поступающий в водоносный горизонт в результате целенаправленных мероприятий или гидротехнического строительства и мелиорации,

Привлекаемые ресурсы - расход воды, поступающей в пласт при увеличении питания подземных вод, вызванного эксплуатацией водозаборов,

Эксплуатационные запасы, или эксплуатационные ресурсы - количество подземных вод, которое может быть получено водозаборными сооружениями при заданном режиме эксплуатации и качестве воды в течение всего расчетного срока водопотребления, Они подразделяются на категории А, Б, С1 и С9.

Вопросы для самоконтроля:

1. Виды естественных режимов подземных вод.
2. Виды искусственного режима подземных вод.
3. Виды балансов подземных вод.
4. Виды ресурсов подземных вод.

Рекомендуемая литература

1. Н.В. Короновский, Н.А. Ясаманов. Геология: Учебник для вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003 г.:
2. Суворов А.К. Геология с основами гидрогеологии. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений) – М.: Колос, 2007. – 207 с: ил.

Лекция 4

ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Часть 1

4.1. Место инженерно-геологических изысканий в системе инженерных изысканий

Инженерно-геологические изыскания – неотъемлемая часть инженерных изысканий, осуществляемых для целей планирования, строительства и эксплуатации сооружений, а также при проведении мероприятий, обеспечивающих рациональное использование и охрану окружающей среды.

Инженерно-геологические изыскания (ИГ) – производственный процесс получения, накопления и обработки инженерно-геологической информации для обеспечения строительного проектирования исходными данными об инженерно-геологических условиях района (площадки, участка, трассы), обеспечивающих разработку технически правильных и экономически наиболее целесообразных решений при проектировании и строительстве.

Низкое качество инженерно-геологических изысканий или их игнорирование приводят к увеличению стоимости строительных работ, продолжительности строительства, а в некоторых случаях к возникновению инженерно-геологических и гидрогеологических чрезвычайных ситуаций.

Под инженерно-геологическими условиями понимается совокупность компонентов геологической среды, которые могут оказать влияние на проектируемые сооружения (рельеф и геоморфологические условия, геологическое строение, гидрогеологические условия, состав, состояние и свойства грунтов, проявления опасных геологических процессов).

Одной из важнейших задач инженерно-геологических изысканий является прогнозирование взаимодействия между геологической средой и проектируемым сооружением, а также развития инженерно-геологических процессов при его строительстве и эксплуатации.

Часть 1

4.2. Документы, регламентирующие состав и объем инженерно-геологических изысканий

Инженерно-геологические изыскания для строительства должны выполняться в порядке, установленном действующими законодательными и нормативными актами Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, в соответствии с требованиями СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства» и СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства».

Основными проектно-изыскательскими документами, устанавливающими состав ИГ являются договор (контракт), техническое задание и программа инженерно-геологических изысканий. Содержание этих документов, в свою очередь, регламентируется СНиП 11-02-96.

Договор (контракт) между Заказчиком и Исполнителем ИГ является основанием для производства инженерно-геологических изысканий. Обязательными приложениями к договору являются техническое задание, календарный план работ и смета, а при необходимости и программа инженерно-геологических изысканий.

В *техническом задании* на выполнение инженерно-геологических изысканий, составляемым Заказчиком, указываются местоположение района строительства, вид проектируемого сооружения, стадийность (этап) проектирования, конструктивные особенности зданий и сооружений и другие сведения необходимые для установления состава ИГ.

Программа инженерно-геологических изысканий разрабатывается изыскательской организацией и согласовывается с Заказчиком. В ней устанавливаются состав, объемы, методы и последовательность инженерно-геологических исследований. Ее содержание определяется видом строительства, уровнем ответственности сооружений, сложностью инженерно-геологических условий и стадией проектирования.

При высокой степени изученности района проектирования и простых инженерно-геологических условиях допускается взамен программы составление *технического предписания* на производство изысканий.

Выполнение инженерно-геологических изысканий без программы или предписания не допускается.

Исполнителями инженерно-геологических изысканий могут быть юридические и физические лица, обладающие лицензиями на их производство. Лицензия выдается Федеральным лицензионным центром при Минстрое России сроком на 5 лет.

Материалы инженерно-геологических изысканий, передаваемые по окончании работ Заказчику в виде технического отчета, подлежат обязательной государственной экспертизе.

Часть 2

4.3. Условия, определяющие состав ИГ

Объем и содержание инженерно-геологических изысканий в каждом конкретном случае зависит от:

- 1) Категории сложности инженерно-геологических условий района;
- 2) Степени их изученности;
- 3) Вида (назначения) зданий и сооружений (трасс) и уровня их ответственности.
- 4) Стадий (этапов) проектирования;

Категория сложности инженерно-геологических условий определяется комплексом геоморфологических, геологических и гидрогеологических факторов района строительства, а также степенью распространения физико-геологических процессов и явлений, отрицательно влияющих на условия строительства и эксплуатации зданий и сооружений. В зависимости от степени сложности инженерно-геологических условий выделяют простую (I), среднюю (II) и сложную (III) категории сложности.

Изученность инженерно-геологических условий характеризуется наличием фондовых материалов ранее выполненных в районе строительства инженерных изысканий, с обязательным указанием назначения и границ участков ранее выполненных инженерных изысканий и исследований, наименования организаций-исполнителей, периода производства и основных результатов работ, а также возможности их использования для установления инженерно-геологических условий.

Согласно ГОСТ 27751-88, устанавливается три уровня ответственности зданий и сооружений: I – повышенный (главные корпуса АЭС, уникальные здания и сооружения и др.); II – нормальные (объекты массового строительства) и III – пониженный (временные здания, склады, парники и др.).

Наиболее значительные объемы инженерно-геологических работ выполняются при инженерно-геологических изысканиях для строительства зданий и сооружений повышенного – I-го уровня ответственности в районах относящихся к III категории сложности инженерно-геологических условий.

Часть 3

4.4. Стадии инженерно-геологических изысканий

Инженерно-геологические изыскания для строительства выполняются последовательно на различных стадиях (этапах). Основными стадиями работ являются: *предпроектная* (она включает прединвестиционную документацию, градостроительную документацию и обоснование инвестиций в строительство) и *проектная* (в состав которых входят проект и рабочая документация для строительства, предприятий, зданий и сооружений).

Инженерно-геологические изыскания на предпроектной стадии выполняются для крупных и сложных объектов, целью их является изучение основных особенностей инженерно-геологических условий значительных по площади и по протяженности территорий. Основной объем инженерно-геологических работ осуществляется на этапе *обоснования инвестиций в строительство*.

Целью инженерно-геологических изысканий для разработки проекта является обеспечение комплексного изучения инженерно-геологических условий уже выбранной площадки (участка, трассы) и прогноз их изменений при строительстве и эксплуатации объекта.

ИГ для разработки *рабочей документации* проводятся на окончательно выбранной стройплощадке для отдельных зданий и сооружений с целью детализации и уточнения инженерно-геологических условий.

По результатам изысканий, как и на всех предшествующих этапах, составляют технический отчет.

Для технически несложных объектов, а также при строительстве по типовым проектам инженерно-геологические изыскания выполняют для одной стадии: *«рабочего проекта»*, при которой рабочая документация разрабатывается одновременно с проектом.

ИГ *в период строительства* выполняют лишь в особых случаях: 1) при строительстве ответственных зданий и сооружений, особенно в сложных инженерно-геологических условиях; 2) в условиях стесненной городской застройки; 3) при длительных перерывах во времени между окончанием изысканий и началом строительства объектов и т.д.

По результатам ИГ в период строительства составляется заключение, которое служит основанием для внесения корректив в процессе проведения строительномонтажных работ.

В период эксплуатации объектов в необходимых случаях проводят дополнительные ИГ, включающие стационарные наблюдения (локальный мониторинг) за развитием опасных геологических процессов, деформациями зданий и сооружений и другими неблагоприятными факторами.

ИГ для реконструкции зданий и сооружений выполняют для целей разработки принципиальных вариантов реконструкции аварийных сооружений.

Целью ИГ, выполняемых в период ликвидации зданий и сооружений является обоснование проектных решений по санации (оздоровлению) и рекультивации нарушенных территорий, оценка опасности и рисков изменения геологической среды от ликвидации объекта и др.

Вопросы для самоконтроля:

1. Место инженерно-геологических изысканий в системе инженерных изысканий.
2. Условия, определяющие состав инженерно-геологических изысканий.
3. Этапы (комплексные методы) инженерно-геологических изысканий.
4. Отчетная документация по инженерно-геологическим изысканиям.
5. Особенности инженерных изысканий при решении задач водопользования и природообустройства.

Рекомендуемая литература

1. Н.В. Короновский, Н.А. Ясаманов. Геология: Учебник для вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003 г.:
2. В.П. Анавьев, А.Д. Потапов. Инженерная геология. М.: Высшая школа, 2005.
3. Г.К. Бондарик, Л.А. Ярг. Инженерно-геологические изыскания: учебник – М.: КДУ. 2007.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В.П. Анавьев, А.Д. Потапов. Инженерная геология. М.: Высшая школа, 2005 г..
2. А.Г. Буллах Общая минералогия: Учебник. – 3-е изд. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2002 г..
3. В.А. Прозоровский. Общая стратиграфия: Учебник. – М.: Издательский центр «Академия», 2010 г.
4. Стивен Хокинг. Краткая история времени. – М.: Амфора, 2010 г.
5. В. Е. Хаин, М. Г. Ломидзе. Геотектоника с основами геодинамики: Учебник. - М: Изд-во МГУ, 1995 г.
6. Н.В. Коронобвский, Н.А. Ясаманов. Геология: Учебник для вузов – М.: Издательский центр «Академия», 2003 г..
7. Э.М. Добров Инженерная геология: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2008 г..
8. Г.К. Бондарик, Л.А. Ярг. Инженерно-геологические изыскания: Учебник – М.: КДУ. 2007.
9. Романов В.В., Фисенко Б.В. Основы геологии и гидрогеология: Учебное пособие / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2007 г.
10. Суворов А.К. Геология с основами гидрологии. – М.: КолосС, 2007 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ		3
1.	ГИДРОГЕОЛОГИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ, ПРЕДМЕТ ЕЕ ИЗУЧЕНИЯ. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД	
2.	ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СВОЙСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	
3.	РЕЖИМ, БАЛАНС, ЗАПАСЫ И РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	
4.	ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ	
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК		