

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН КАСПИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕХНОЛОГИЙ И ИНЖИНИРИНГА ИМЕНИ Ш.ЕСЕНОВА**

ИНСТИТУТ НЕФТИ И ГАЗА

КАФЕДРА «ГЕОЛОГИЯ»

КУЛЖАНОВА Э.К.

**МЕТОДИЧЕСКОЕ УКАЗАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
(для специальности 5В070600-Геология и разведка месторождений
полезных ископаемых)**

Актау, 2011

УДК 556.3

Составитель: Кулжанова Э.К. Гидрогеология и инженерная геология. Методическое указание по выполнению практических работ – Актау: КГУТиИ, 2011-23с.

Рецензент: к.г.-м.н., доцент Тарасенко Г.В.

Дисциплина «Гидрогеология и инженерная геология» является одной из основных дисциплин, которая определяет профессиональную подготовку инженеров-геологов по специальности «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых».

Цель методического указания – закрепить теоретические знания по курсу, привить студентам основные навыки самостоятельного решения гидрогеологических задач, ознакомить с приемами построения и анализа гидрогеологических карт, постановки и проведения лабораторных исследований по изучению основных гидрогеологических свойств горных пород и водоносных горизонтов.

Данное методическое указание предназначено для студентов геологической специальности.

Рекомендовано к изданию Решением Учебно-методического Совета КГУТиИ имени Ш.Есенова

© КГУТиИ имени Ш.Есенова, 2011

Содержание

Введение

1. Практическая работа № 1.....	4
2. Практическая работа № 2.....	7
3. Практическая работа № 3.....	9
4. Практическая работа № 4.....	12
5. Практическая работа № 5.....	13
6. Практическая работа № 6.....	18
7. Список использованной литературы.....	21

ВВЕДЕНИЕ

Гидрогеология – это наука о происхождении, условиях залегания, закономерностях распространения и движения подземных вод в земной коре, их физических свойствах, химическом, бактериальном и газовом составе, а также об их режиме и процессах взаимодействия с атмосферой, наземной гидросферой, биосферой, горными породами и веществом мантии Земли. Она изучает условия образования месторождений подземных вод, их роль в геологических процессах и формировании месторождений полезных ископаемых (рудных, нефтяных, газовых); разрабатывает методы поисков и разведки месторождений подземных вод различных типов, оценки их ресурсов.

Гидрогеология является одной из основных отраслей геологии, призванная способствовать наиболее полному и рациональному использованию подземных вод в интересах народного хозяйства нашей страны.

Дисциплина «Гидрогеология и инженерная геология» ставит своей целью дать необходимые знания о подземных водах, их происхождении, химическом составе, законах их движения, ознакомить с инженерно-геологическими свойствами горных пород, их изменениями под влиянием природных и искусственных факторов, физико-геологическими и инженерно-геологическими процессами, о методах, приемах и специальном техническом оснащении, о принципах проведения комплекса исследований для решения гидрогеологических и инженерно-геологических задач.

В результате изучения дисциплины студенты приобретают знания фундаментальных основ гидрогеологии и инженерной геологии, а также получают представления о видах гидрогеологических и инженерно-геологических исследований, о принципах проведения различных видов исследований при решении конкретных народнохозяйственных задач.

Практическая работа № 1

Тема. Водный баланс подземных вод

Цель занятия: Составление и анализ уравнения водного баланса

Теоретическая часть

Водный баланс подземных вод – это количественное соотношение за принятый интервал времени между приходными и расходными его элементами, рассматриваемое относительно выделенного балансового участка. В качестве такового могут быть приняты часть или весь водоносный горизонт, водоносный комплекс или даже гидрогеологический бассейн.

Участок выделяется по карте гидро- или пьезоизогипс (рис.). Для этого проводят граничные линии тока перпендикулярно к граничным изогипсам напора. Вертикальные сечения, совмещенные в плане с этими границами. Выделяют балансовый объем. Относительно границ этого объема и рассматривают соотношение приходных и расходных элементов водного баланса.

Элементы водного баланса – это факторы, определяющие изменение количества воды в принятом объеме. Выделяют приходные и расходные элементы баланса. Они могут быть естественными и техногенными, одни из них характеризуют горизонтальный, другие – вертикальный водообмен в выделенном балансовом объеме, одни элементы характеризуют связь данной ГГС с атмосферой и наземной гидросферой, другие – с соседними ГГС. Они выражаются количественно в виде объема воды (в кубических метрах), либо слоя воды (в метрах, миллиметрах) на данной площади, либо расхода (в кубических метрах в сутки, кубических метрах в год), или интенсивности действия фактора (в метрах в сутки, метрах в год, миллиметрах в сутки, миллиметрах в год).

В условиях стационарного движения количество поступающей воды равно количеству расходуемой. При нестационарном движении это равенство не соблюдается и превышение поступления над расходом вызывает подъем уровня подземных вод и увеличение их запасов, а превышение расходных элементов ведет к снижению уровня и уменьшению запасов подземных вод. В результате разность между суммой приходных и расходных статей баланса характеризует то количество воды в выделенном балансовом объеме, которое идет на повышение или расходование запасов (рис.б). Количество воды в этом объеме зависит от емкостных свойств ГГС и в грунтовых водах определяется величиной гравитационной емкости μ , а в напорных – упругой емкости μ^* .

Выделим главные элементы баланса. Изменения в водном балансе связаны с изменениями в уровнях и расходах подземных вод. Примем отдельно за 100 % соответственно сумму всех приходных и расходных элементов. Главными считаются те факторы, процентное содержание которых составляет более 50 %, второстепенными – менее 10 %.

Уравнение баланса составляют с целью: 1) выявить и количественно оценить элементы водного баланса, найти их соотношение, выделить главные элементы; 2) выявить тип режима, проанализировать тенденции в изменении режима уровня подземных вод и их запасов; 3) выявить количественно тип водообмена, связь водного баланса подземных вод с балансом зоны аэрации и общим водным балансом участка суши.

Уравнение составляют в следующем порядке: а) задают интервал времени, за который рассматривается баланс; б) выписывают в буквенном выражении все элементы баланса в соответствии с действующими факторами и составляют из них уравнение в виде алгебраической суммы его приходных и расходных статей; в) определяют числовые значения всех элементов; г) оценивают результат баланса, т.е. изменения в запасах подземных вод, которые происходят на участке в результате взаимодействия всех элементов. В стационарных условиях принимается, что положение уровня подземных вод за рассматриваемое время не изменяется и результат баланса равен нулю; в нестационарных условиях баланс не нулевой и происходит накопление или расходование запасов подземных вод.

Постановка задачи

Составить уравнение годового водного баланса грунтовых вод. Рассмотрим годовой баланс грунтовых вод для участка, показанного на рис. и составим в буквенном выражении уравнение баланса. На участке наблюдается орошение и работает дренажная скважина, из которой ведется откачка воды с расходом $Q_{\text{скв}}$. Глубина до уровня грунтовых вод разная, но есть зоны, где наблюдается испарение с их поверхности. Грунтовые воды гидравлически связаны с нижележащим напорным горизонтом и получают глубинное питание через относительно проницаемую подошву. Будем считать, что под влиянием откачки уровень грунтовых вод за год на участке площадью F в среднем снизился на величину ΔH . Среднюю ширину участка обозначим Δy , среднюю длину Δx , интервал времени $\Delta t=1$ год.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что понимают под водным балансом подземных вод?
2. Что такое водообмен, как он связан с балансом?
3. Какие исходные материалы нужны для выделения балансового участка?

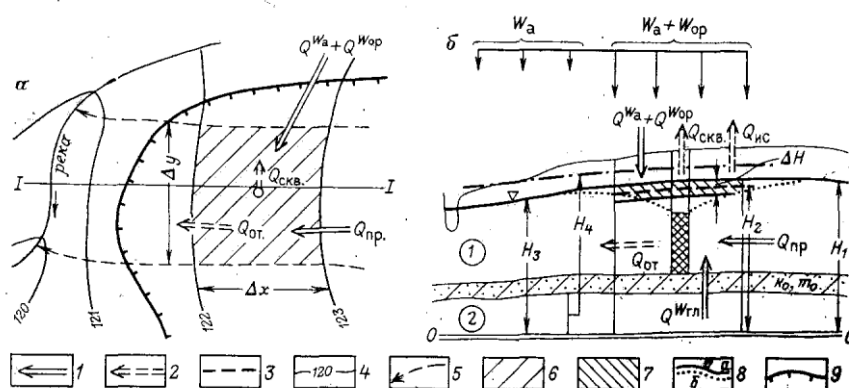


Рис. 114. Схема к составлению и анализу уравнения водного баланса подземных вод:

a — план балансового участка; b — гидрогеологический разрез через него.
 Элементы баланса грунтовых вод: 1 — приходные; 2 — расходные; 3 — среднегодовое положение уровня грунтовых вод; 4 — гидроизогифсы; 5 — линии тока; 6 — площадь балансового участка; 7 — объем осушенных пород под влиянием откачки; 8 — положение уровня грунтовых вод (a — до откачки; b — при откачке); 9 — тыловой шов террасы; цифры в кружке: 1 — поток грунтовых вод; 2 — то же, напорных

Практическая работа № 2

Тема. Гидрогеологические разрезы

Цель занятия: Освоить методику построения гидрогеологического разреза

Теоретическая часть

Гидрогеологические разрезы — широко применяемая форма графической обработки и обобщения информации, характеризует гидрогеологические условия территории в вертикальном разрезе.

Выделяют разрезы общие и специальные.

Общие гидрогеологические разрезы характеризуют условия залегания и приуроченность подземных вод к различным горным породам, их связь с поверхностными водами, положение пьезометрических уровней и т.п.

Специальные гидрогеологические разрезы характеризуют изменение определенных свойств и их показателей.

Разрезы подразделяют на мелко-, средне- и крупномасштабные.

Мелкомасштабные (1:500 000 и мельче) разрезы отображают общие закономерности в изменении гидрогеологических условий крупных регионов и носят обзорный характер

Среднемасштабные (1:20000-1:50000) разрезы характеризуют условия залегания водосодержащих толщ и распространение в них подземных вод, их гидродинамические, гидрохимические и другие характеристики. Их составляют в пределах месторождения подземных вод, площади развития водоносного комплекса или горизонта.

Крупномасштабные (1:25 000 и крупнее) разрезы отображают условия залегания и строения водоносных горизонтов и относительных водоупоров в зоне непосредственного влияния инженерного сооружения (водозабора и т.п.), изображают детальные изменения литолого-фациальных, инфильтрационных свойств пород, химического состава вод.

Разрезы строят по данным съемки, бурения, гидрогеохимических и геофизических исследований, режимным наблюдениям и данным лабораторных работ.

Построение разрезов выполняется в следующей последовательности: 1) выбирают типовые направления в соответствии с назначением исследований и результатом анализа геолого-гидрогеологических условий; 2) выбирают горизонтальный и вертикальный масштабы. Горизонтальный назначают в соответствии с масштабом карты, к которой будет приложен разрез, или несколько крупнее; вертикальный должен обеспечить четкое изображение условий залегания и взаимосвязи водоносных комплексов, рек. Обычно для среднемасштабных разрезов он принимается равным 10-20 м в 1 см; для крупномасштабных 1-5 м в 1 см; 3) строится гипсометрический профиль, на котором вертикальными линиями показывают местоположение скважин, отметки их устья и забоя, рельеф поверхности земли. По данным бурения строят геолого-литологические колонки, проводят геологические и литологические границы, зоны разломов. Наносят положение уровней и напоров подземных вод по скважинам, источникам. На основании гидрогеологических данных выделяют водоносные горизонты или комплексы, разделяющие их относительные водоупоры, указывают интервалы опробования, количественные показатели изученных свойств.

Постановка задачи

Построить гидрогеологический разрез по данным табл. Долина представлена пойменной террасой шириной 5-10 м по обоим берегам реки, относительно ровной надпойменной террасой, ширина которой на левом берегу, где заложены скв. 2 и 3, достигает 220 м; на правом, где заложена скв. 4 – 160 м. Скв. 1 и 5 располагаются соответственно на бровках левого и правого бортов долины. Расстояние скважин от реки: скв. 1 – 280 м; скв. 2 – 210 м; скв. 3 – 50 м от уреза левого берега; скв. 4 – 80 м; скв. 5 – 180 м от уреза правого

берега. Дать характеристику водоносных горизонтов, определить условия их залегания, питания. Принять масштабы: вертикальный 1:200, горизонтальный 1:2000.

Исходные данные

Описание разреза по скважинам

Номер скважины (отметка устья, м)	Мощность слоя, м	Литологическая характеристика пород	Уровень воды, м	
			появления	установления
1 (179,6)	0,3	Почва		
	23,5	Глина опесчаненная		
	3,8	Песок разномзернистый водоносный	28,8	12,2
	3,0	Глина плотная		
2 (168,0)	0,8	Почва		
	4,0	Суглинок водоносный	2,4	2,2
	4,4	Гравий с песчаным заполнителем водоносный	--	2,2
	2,3	Песок разномзернистый водоносный	--	--
	4,5	Глина плотная	--	--
	4,0	Песок разномзернистый водоносный	16,0	2,2
	2,5	Глина плотная	--	--
3 (167,8)	0,8	Почва	--	--
	3,8	Суглинок водоносный	3,5	3,0
	4,4	Гравий с песчаным заполнителем водоносный	--	3,0
	3,0	Песок разномзернистый водоносный	--	3,0
	1,4	Глина опесчаненная	--	--
	3,6	Песок разномзернистый водоносный	13,4	3,0
	1,3	Глина плотная	--	--
4 (168,2)	0,7	Почва	--	--
	4,3	Суглинок водоносный	3,2	3,15
	4,4	Гравий с песчаным заполнителем водоносный	--	3,15
	4,2	Песок разномзернистый водоносный	--	3,15
	4,6	Глина слабоопесчаненная	--	--
	3,5	Песок разномзернистый водоносный	12,2	3,15
	4,5	Глина плотная	--	--
5 (180,0)	0,6	Почва	--	--
	21,8	Глина плотная	--	--
	3,6	Песок разномзернистый водоносный	22,4	13,2
	1,3	Глина плотная	--	--

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите содержание исходной информации для построения разрезов?
2. Какие бывают разрезы?
3. Как делятся разрезы по масштабу?
4. В какой последовательности выполняют построение разреза?

Практическая работа № 3

Тема. Карта гидроизогипс

Цель занятия: Изучить методику построения карты гидроизогипс

Теоретическая часть

Карта гидроизогипс – это пьезометрическая поверхность грунтовых вод, выраженная в системе изолиний. Она формируется под влиянием большой группы факторов: гидролого-климатических, геолого-геоморфологических и гидрогеологических. Карты гидроизогипс составляют для хорошо изученных в гидрогеологическом отношении районов.

Непосредственными данными для построения карты гидроизогипс являются отметки и глубины уровней грунтовых вод в скважинах, колодцах, отметки выхода на поверхность источников, болот, урезов воды на реках, озерах и т.п. К исходным данным относятся также топографическая карта и данные планово-высотной привязки скважин.

Сечение (частота заложения) гидроизогипс выбирается таким образом, чтобы при заданном масштабе карты были отражены главные особенности поверхности грунтового потока, т.е. основным показателем для выбора является величина уклона поверхности грунтовых вод. Для крупномасштабных карт сечение гидроизогипс обычно составляет 1-0,5 м, для среднемасштабных карт 2-5-10 м.

Главные направления интерполяции выбирают по линиям наибольшего изменения уровня грунтовых вод, т.е. от водораздельных участков к долинам рек. При ручной интерполяции применяют метод треугольников. Точки замеров уровня соединяют линиями, образуя треугольники так, чтобы длинная его сторона была перпендикулярна к направлению падения потока (рис.) Через болота, овраги, балки, реки и поверхностные водоемы интерполяцию не проводят, так как они обычно являются дренирующими границами, а также между группами скважин, отделенных друг от друга. Для облегчения техники ручной интерполяции пользуются масштабной сеткой, вычерченной на кальке. Она состоит из пронумерованных параллельных линий, заложенных на расстоянии 1-2 мм одна от другой. С ее помощью проводят пропорциональное деление отрезков, соединяющих точки, между которыми проводится интерполяция, после чего, соединяя точки с одинаковыми отметками, получают гидроизогипсы.

Постановка задачи

Построить карту гидроизогипс и гидрогеологический разрез по профилю I-I для участка междуречья, ограниченного руч. Терновским и оврагом Козловка.

Исходные данные приведены на рис.126 и в табл. Местоположение скважин и расстояние между ними на разрезе I-I следующие: скв. 24 – в 30 м от руч. Терновского, левобережье; скв.25 в дне руч. Терновского; скв. 26 в 40 м от скв.25; скв.4 – в 280 м от той же скважины; скв.23 расположена на левом склоне оврага Козловка в 380 м от скв.45 и в 25 м от дна оврага; скв. 140 – в дне оврага Козловка.

Исходные данные

Описание разреза по скважинам

Номер скважины (отметка устья, м)	Мощность слоя, м	Литологическая характеристика пород
24 (129,3)	2,0 8,0 (вскрытая)	Покровные суглинки Супесь легкая водоносная
25 (119,0)	2,0 5,0 (вскрытая)	Супесь желто-бурая водоносная Глины плотные
26 (126,91)	2,5 6,5 1,5 (вскрытая)	Покровные суглинки Супесь легкая водоносная Глины плотные
45 (131,90)	4,3 5,5 (вскрытая)	Покровные суглинки Супесь легкая водоносная
43 (122,0)	2,8 6,0 (вскрытая)	Покровные суглинки Супесь легкая водоносная
40 (121, 60)	3,5 5,5 0,5 (вскрытая)	Супесь желто-бурая Супесь легкая водоносная Глины плотные

Уровни воды в скважинах

Номер скважин	Отметка устья, м	Глубина до воды, м	Отметка уровня воды, м	Номер скважин	Отметка устья, м	Глубина до воды, м	Отметка уровня воды, м
25	119,04	0,90	118,14	46	139,12	10,35	128,77
26	126,81	6,66	120,19	41	127,42	2,20	125,22
45	131,88	8,38	123,10	44	127,75	7,20	120,55
40	121,64	1,40	120,24	38	117,33	0,88	116,45
27	123,18	1,08	122,10	20	118,00	0,45	117,55

48	134,23	9,54	124,69	19	126,77	8,57	118,20
51	123,5	1,50	122,0	32	124,33	7,23	117,10
49	124,9	0,70	124,2	36	116,67	0,75	115,92
47	135,74	10,0	126,74	23	117,68	0,50	117,18
50	125,32	2,02	123,30	52	137,20	9,83	127,37
29	127,74	1,50	124,24				

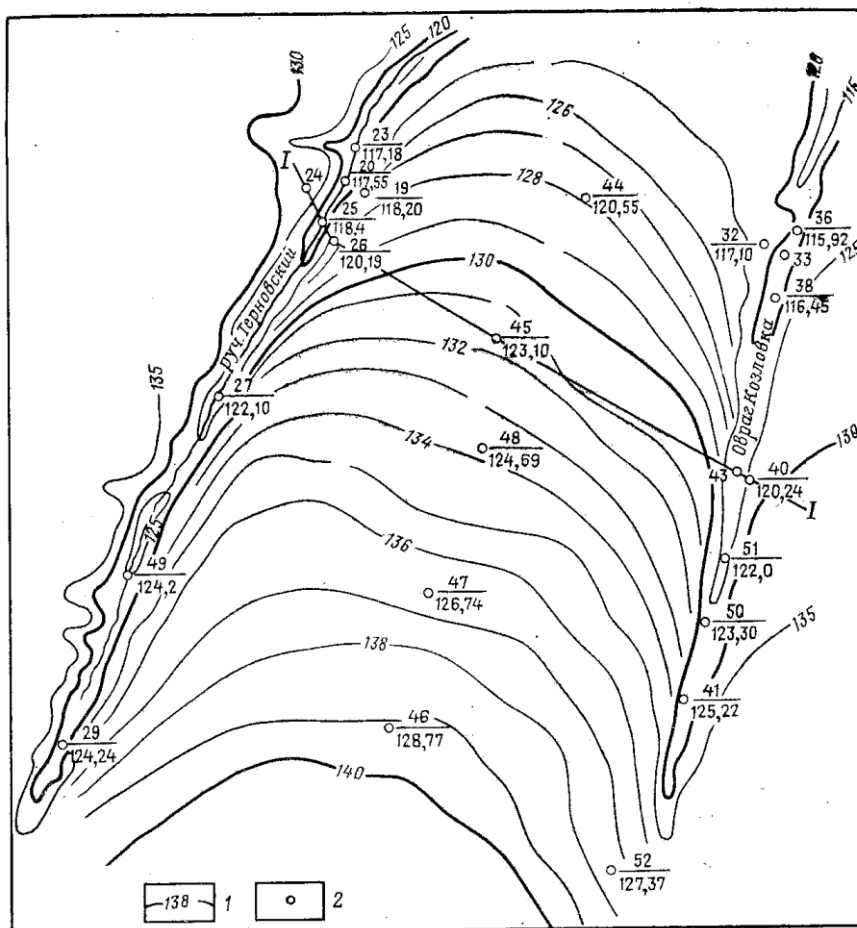


Рис. 126. Схема междуречья:

1 — горизонтали поверхности; 2 — скважина (в числителе — ее номер, в знаменателе — отметка уровня грунтовых вод, м)

Вопросы для самоконтроля:

1. Что называют гидроизогипсами?
2. Назовите исходные данные для построения карты гидроизогипс?

Практическая работа № 4

Тема. Карта пьезоизогипс

Цель занятия: Привитие навыков самостоятельной работы над составлением карты пьезоизогипс

Теоретическая часть

Пьезометрические карты характеризуют изменение состояний ГГС, т.е. её гидродинамический режим (изменение потенциальной энергии в потоке). К

ним относятся карты пьезоизогипс, избыточных напоров и изобар, которые строят в изолиниях. *Изопьезами* называются линии, соединяющие точки с одинаковыми отметками пьезометрических уровней. Совокупность таких линий в плане образует карту изопьез. Изопьезы являются линиями напоров, а линии, проведенные перпендикулярно к ним, показывают направление движения потока и называются *линиями токов*.

Избыточный напор $\Delta H_{изб}$ – это высота столба воды над кровлей пласта, характеризующая дополнительный (по отношению к атмосферным условиям) напор, под которым находятся подземные воды в данном водоносном горизонте. Определяется он как разность отметок кровли и пьезометрической поверхности.

Фактическим материалом для построения карты пьезоизогипс служат отметки пьезометрического уровня, измеренные в зоне естественных выходов напорных вод (источники), а также в скважинах, колодцах и других выработках. В областях питания и разгрузки, где напорные воды обычно переходят в грунтовые, используют отметки урезов рек, озер, болот, находящихся в гидравлической связи с изучаемым водоносным горизонтом. Принимают во внимание также и линии зон тектонических разломов.

Фактический материал оценивается по качеству и наносится на карту условными знаками, справа от знака в числителе записывается номер водопункта, а в знаменателе – отметка пьезометрического уровня, слева – глубина до кровли или избыточный напор.

Постановка задачи

На рис. представлен участок водоносного горизонта, приуроченного к пескам палеогена, залегающим на глубинах 30-40 м от поверхности земли. Кровля напорных вод залегает практически горизонтально и имеет отметку 20 м. Воды вскрыты значительным числом скважин, часть которых интенсивно эксплуатируется (г.Козлов). В табл. Приведены данные, характеризующие гидрогеологические условия участка. Расположение скважин показано на рис., также приведены отметки уровней воды, полученные при обследовании скважин.

Требуется: 1) построить гидрогеологический разрез и карту пьезоизогипс; 2) выявить главные особенности ГГС; 3) составить краткое заключение по карте и разрезу.

Исходные данные

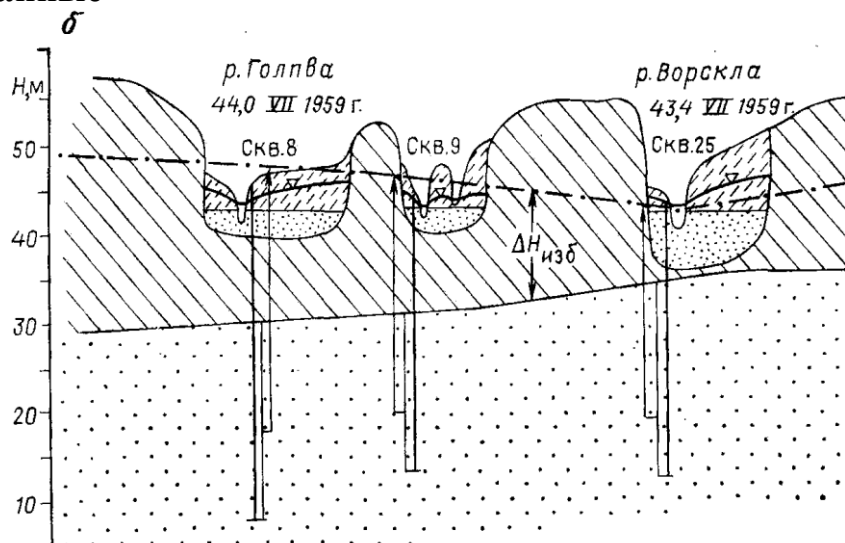


Рис. 133. Карта пьезоизогипс (а) и схематический гидрогеологический разрез (б):

1 — пьезоизогипс и ее отметки; 2 — область возможного самонзлива; 3 — эксплуатационная скважина (в числителе — ее номер, в знаменателе — отметка пьезометрического уровня, м); 4 — водомерный пост с отметкой уровня воды в реке, м. На разрезе: 5 — водоупорные породы; 6 — водоносные пески; 7 — аллювиальные суглинки. Стрелками показано направление движения артезианских вод на карте

Номер скважины (отметка устья, м)	Мощность слоя, м	Литологическая характеристика пород	Отметка уровня воды, м
8 (47,0)	6,0	Аллювиальный суглинок, ниже водоносные пески	46,1
	10,5	Глины палеогена	48,0
	21,3	Пески палеогена среднезернистые (водопроницаемость 500 м ² /сут)	
9 (46,3)	5,5	Аллювиальный суглинок, водоносные	45,8
	8,8	пески	46,9
	18,5	Глины палеогена Пески палеогена среднезернистые	
25 (44,4)	8,0	Аллювиальный суглинок, водоносные	43,9
	1,0	пески	43,2
	23,5	Глины палеогена Пески палеогена среднезернистые (водопроницаемость 450 м ² /сут)	

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение понятием изопьеза и карта пьезоизогипс
2. Назовите исходные данные для построения карты пьезоизогипс

Практическая работа № 5

Тема. Обработка результатов химических анализов подземных вод

Цель занятия: Научить студентов проводить систематизацию химических анализов подземных вод, пользуясь графиком-квадратом Толстихина

Теоретическая часть

Подземная вода – сложный природный раствор, в состав которого входят минеральные, газовые, органические компоненты, взвешенные частицы и микроорганизмы.

Различают четыре типа химических анализов подземных вод: полевой, сокращенный, полный, специальный.

Полевой анализ проводится в поле с помощью полевой гидрохимической лаборатории. Определяются: физические свойства воды, pH, Cl⁻, SO₄²⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻, Ca²⁺, Fe²⁺, Fe³⁺, NH₄⁺, CO₂ свобод., общая жесткость; вычисляются Na⁺ и K⁺, Mg²⁺, общая минерализация, карбонатная жесткость.

Сокращенный анализ выполняется в стационарной лаборатории более точными методами и включает те же определения, что и полевой. Дополняется определение SiO₂, агрессивной CO₂. *Полный* анализ от сокращенного отличается большим числом определений и большей точностью. *Специальный* анализ включает помимо названных специальные определения компонентов в зависимости от целевых назначений исследований (например, при поисках лечебных вод определяются микрокомпоненты, газы, органика и т.д.).

Результаты химических анализов воды выражаются в трех формах: 1) в массовых долях растворенных веществ в 1 л воды (или в 1 кг); 2) в эквивалентных количествах, измеряемых в миллимолях; 3) в эквивалентных содержаниях веществ в процентах.

Обработка химических анализов подземных вод включает следующие этапы:

1) вычисление по полученным лабораторным данным химических анализов эквивалентного содержания вещества в процентах); 2) вычисление общей минерализации воды; 3) вычисление видов жесткости.

Определение эквивалентного содержания ионов в процентах. Для выяснения количественных соотношений между ионами результаты анализа должны быть представлены в эквивалентной форме. Последнее обстоятельство дает возможность вычислить суммарное содержание Na и K по разности между суммой катионов и анионов. Эквивалентная форма упрощает определение жесткости воды и позволяет проверять правильность выполнения анализа. Раствор любых солей электронейтрален, так как количество анионов равно количеству катионов. Это является основой при проверке выполнения анализа воды и возможности использования результатов для дальнейшей обработки. Для вычисления процентной доли эквивалента каждого из ионов A_i принимают их сумму ∑A за 100 % и рассчитывают процент содержания каждого аниона A_i по отношению к их сумме. Так же поступают и с катионами, пользуясь формулой

$$A_i (K_i) = 100 A_i (\text{или } K_i) / \sum A (\text{или } K)$$

Анализ считается приемлемым для дальнейшей работы, если погрешность не превышает 2% для технических анализов и 5 % - для анализов, выполненных упрощенными методами. Погрешность анализа вычисляется по формуле

$$X = \left| \frac{\sum A - \sum K}{\sum A + \sum K} \right| \cdot 100 \%, \text{ где}$$

$\sum A$ и $\sum K$ – эквивалентная сумма анионов и катионов, ммоль

Результаты определения микрокомпонентов в подземной воде обычно выражают в микрограммах на литр (мкг/л). Если они содержатся в значительных количествах, то определяются в тех же единицах как и для макрокомпонентов. Содержание газов измеряется в миллиграммах на литр, в миллилитрах на литр или в кубических сантиметрах на литр.

Определение общей минерализации. Для этого находят сумму миллиграммов всех ионов, молекул и других соединений, содержащихся в воде согласно выполненному анализу. О величине общей минерализации можно судить по сухому остатку, полученному после выпаривания воды. Растворенные газы, летучие соединения, в том числе органические вещества, при выпаривании и высушивании улетучиваются, но могут идти процессы гидролиза и образования кристаллогидратов. Все это может приводить к значительным погрешностям в определении сухого остатка. Расхождение между экспериментальным определением сухого остатка и расчетной величиной общей минерализации не должно превышать 3 %.

Определение видов жесткости. Общая жесткость определяется как сумма миллиграмм-эквивалентов в 1 л ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , карбонатная – как величина иона HCO_3^- , связанного с Ca^{2+} и Mg^{2+} . В случае, когда количество иона HCO_3^- превышает суммарное содержание ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , вся жесткость считается карбонатной. Постоянную жесткость воды определяют как разность общей и карбонатной.

Результаты анализов подземных вод наносятся на график-квадрат Толстихина в виде точек. На левой стороне квадрата сверху вниз откладывается эквивалентное содержание в процентах суммы ионов $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$; на правой – соответственно снизу вверх HCO_3^- ; на верхней стороне слева направо - $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ и тяжелые металлы (Me), внизу – Na + K. Вертикальные и горизонтальные стороны квадрата разделены на 10 частей. Положение анализа на квадрате определяется пересечением двух осей координат (рис.).

Группировка анализов в вершинах квадрата указывает на преобладание химического состава воды: хлоридно- и сульфатно-натриевого в левом нижнем углу квадрата, гидрокарбонатно-натриевого – слева вверху, гидрокарбонатно-магниевом-кальциевого – справа вверху, хлоридно-сульфатно-магниевом-кальциевого – справа внизу, в центре – смешанные по составу воды. Изменение минерализации учитывают размером или формой точки.

Постановка задачи

Анализами установлен следующий химический состав подземных вод (табл.)
Требуются: провести систематизацию химических анализов подземных вод, пользуясь графиком-квадратом Толстихина. Используя полученные данные, назвать тип вод.

Исходные данные (табл.)

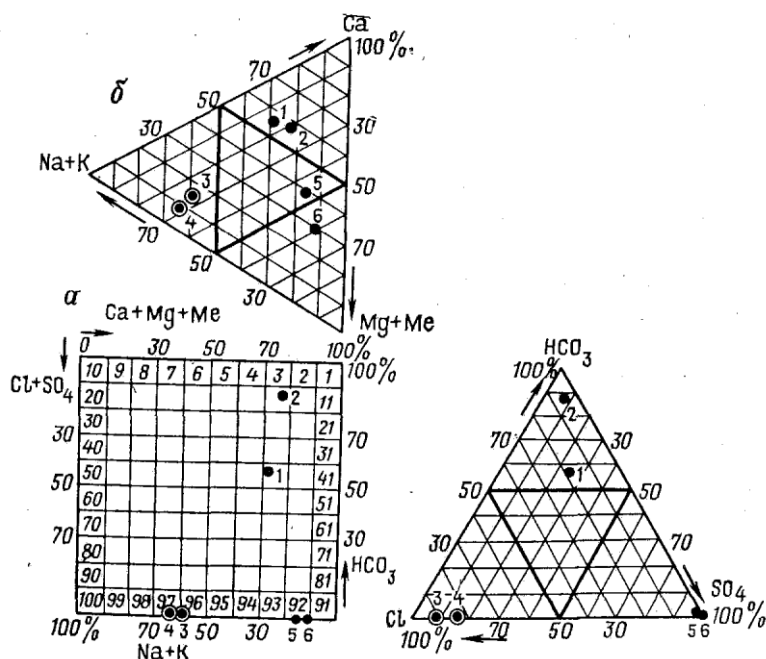


Рис. 94. Графическая систематизация химических анализов подземных вод по квадрату Н. И. Толстихина и треугольникам Ферре (на графиках приведено эквивалентное содержание компонентов, %):

1-6 — номера анализов (1, 2 — HCO₃-Ca; 3, 4 — Cl-Na; 5, 6 — SO₄-Mg-Ca)

Химический состав подземных вод

№ анализа	Водопункт	Общая минерализация, мг/л	Катионы, мг/л			Анионы, мг/л			pH	Специфические элементы
			Na+K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	So ₄ ²⁻	HCO ⁻		
1	Скв. 3	340,0	31,3 1,36 29,33	31,90 2,59 56,10	8,15 0,67 14,57	32,27 0,91 19,37	53,32 1,11 23,64	163,53 2,68 56,99	7,0	--
2	Скв. 298	960,0	93,1 4,05 23,14	195,39 9,75 55,72	44,99 3,70 21,14	24,11 0,68 3,88	76,37 1,59 9,09	929,38 15,23 87,03	--	--
3	Скв.15	73 664,0	14156,6 615,46 59,63	3189,21 159,16 14,41	3132,3 257,60 24,96	33048,13 932,06 90,27	4769,13 99,29 9,62	73,22 1,20 0,11	7,5	--
4	Скв.1285	35 221,0	90912,2 395,4 64,0	1170,5 58,41 8,8	1976,93 162,57 27,2	18091,86 510,25 82,9	4536,22 94,44 15,3	194,92 11,39 1,8	--	--
5	Шахта	4 144,69	209,45 9,11	478,8 23,89	131,3 10,07	14,18 0,4	2862,8 59,6	--	3,0	H ⁺ 1,0-1,0-1,7 Fe ²⁺ 212,3-7,6-12,6 Al ³⁺ 15,1-1,67-2,8 Cu ²⁺ 139,09-4,37-7,3 Mn ²⁺ 8,6-0,31-0,5 Fe ³⁺ 36,7-1,98-3,3

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие виды и формы химических анализов вы знаете?
2. Чем обусловлена жесткость воды? Какие бывают виды жесткости?
3. В каком виде результаты анализов подземных вод наносятся на график Толстихина?

Практическая работа № 6

Тема. Определение гранулометрического состава грунтов

Цель занятия: Ознакомить студентов с методами определения гранулометрического состава грунтов

Теоретическая часть

Для определения гранулометрического состава пород выполняют анализ, который состоит в расчленении породы на группы (фракции) с близкими по величине частицами.

Частицы	d, мм
Глинисты	< 0,005
Пылеватые:	
мелкие.....	0,005 – 0,01
крупные.....	0,01 – 0,05
Песчаные:	
мелкие и тонкие.....	0,05 – 0,25
средние.....	0,25 – 0,5
крупные.....	0,5 – 1,0
очень крупные.....	1,0 – 2,0
Гравелистые:	
мелкие.....	2,0 – 5,0
средние.....	5,0 – 7,0
крупные.....	7,0 – 10,0
Галька.....	> 10,0

Содержание частиц различного диаметра указывается в процентах и изображается в виде таблиц (табл.), графически в виде интегральных кривых или логарифмического графика (рис.). Крутизна кривых характеризует степень однородности породы: чем круче кривая, тем однороднее порода; степень однородности породы оценивается коэффициентом неоднородности $f = d_{60}/d_e$, где d_{60} - диаметр частиц, меньше которого в породе содержится 60 % по весу частиц; d_e – действующий или эффективный диаметр меньше которого в породе содержится 10 % от всех частиц. При $f \leq 5$ порода считается однородной, при $f > 5$ – неоднородной.

Журнал для определения действующего диаметра песка

Порода	Гранулометрический состав, % по фракциям					Действующий диаметр, мм	Коэффициент неоднородности
	> 1	1,0-0,5	0,5-,25	0,25-0,05	< 0,05		
Песок среднезернистый	6,6 8	67,23	26,02	0,01	0,06	-	
Суммарное процентное содержание					0,06		

Существуют различные методы анализа: размеры зерен и частиц от 0,1 до 10 мм определяются ситовым анализом, мелкие фракции < 0,1 мм – отмучиванием в спокойной воде.

Постановка задачи

Лабораторным путем был определен механический состав песка. Необходимо определить его действующий диаметр d_e , d_{60} и по формуле найти коэффициент неоднородности.

Исходные данные

Пробу песка (около 50 г) просеяли, используя комплект сит, затем взвешиванием (с точностью до десятых долей грамма) и последующего расчета определили процентное содержание каждой фракции. Результаты были занесены в таблицу.

Далее, по данным первой строки таблицы заполнить вторую строку, для чего справа налево последовательно просуммировать процентное содержание фракций.

Построить по данным таблицы логарифмический график. На оси абсцисс отложить логарифм наибольшего диаметра частиц данной фракции, по ординате – суммарный процент всех предыдущих фракций, включая данную. Точки соединить плавной кривой.

Определить величину действующего диаметра. Для этого на оси ординат найти точку, соответствующую 10 %-ному суммарному содержанию частиц, провести из нее линию, параллельную оси абсцисс, до пересечения с кривой. Из точки пересечения восстановить перпендикуляр к оси абсцисс и найти на ней искомую величину.

Аналогично определить по графику диаметр d_{60} и по формуле найти коэффициент неоднородности f . Все вычисления занести в таблицу.

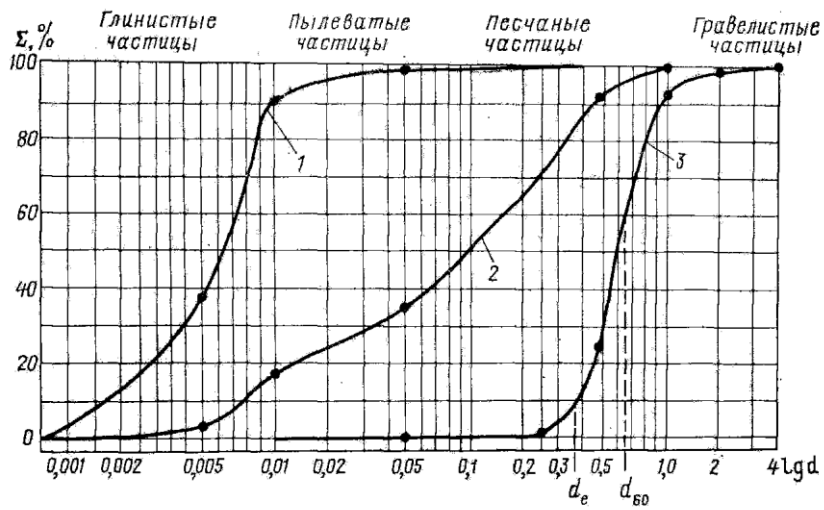


Рис. 60. Интегральные кривые механического состава пород:
1 — глина; 2 — суглинок; 3 — песок

Вопросы для самоконтроля:

1. Что понимают под гранулометрическим составом пород?
2. Каким коэффициентом оценивается степень однородности?
3. При каких условиях порода считается однородной? Неоднородной?

Список использованной литературы:

1. Богомолов Г.В. Гидрогеология с основами инженерной геологии. Изд. 3-е. М.: Высшая школа, 1986
2. Гордеев П.В. и др. Гидрогеология. М.: Высшая школа, 1990
3. Кирюхин В.А. и др. Общая гидрогеология. Учебник для ВУЗов. Л.: Недра, 1988
4. Климентов П.П., Богданов Г.Я. Общая гидрогеология. М.: Недра, 1977
5. Гавич И.К., Лучшева А., Семенова-Ерофеева С.М.. Сборник задач по общей гидрогеологии. М.: Недра, 1985

Формат 60x84 1\12
Объем 23 стр., 1,9 печатных листа
Тираж 20 экз.
Отпечатано
В Редакционно- издательском отделе
КГУТиИ им.Ш.Есенова
г.Актау, 32мкр.