Лабораторная работа № 2

Классификация подземных вод. Методы выделения типов подземных вод по условиям залегания и химическому составу

1. Цель работы

Целью лабораторной работы является формирование у студентов навыков классификации подземных вод по условиям залегания, характеру водоносного горизонта, степени напорности, минерализации и химическому составу.

2. Задачи работы

В ходе выполнения лабораторной работы студент должен:

1. изучить основные типы подземных вод по условиям залегания;
2. научиться различать грунтовые, межпластовые, напорные, трещинные и карстовые воды;
3. определить тип подземных вод по глубине залегания, положению уровня воды и характеру водовмещающих пород;
4. классифицировать воды по минерализации;
5. определить химический тип воды по преобладающим ионам;
6. сделать вывод о гидрогеологических условиях формирования подземных вод.

3. Краткие теоретические сведения

Подземные воды – это воды, находящиеся в порах, трещинах, кавернах и других пустотах горных пород земной коры. Они образуются в результате инфильтрации атмосферных осадков, фильтрации поверхностных вод, конденсации водяных паров, а также в результате глубинных геологических процессов.

Классификация подземных вод имеет большое значение для гидрогеологических исследований, так как позволяет определить условия их формирования, движения, питания, разгрузки и практического использования.

Подземные воды классифицируют по нескольким основным признакам:

– по условиям залегания;
– по характеру водовмещающих пород;
– по степени напорности;
– по минерализации;
– по химическому составу;
– по температуре;
– по практическому назначению.

В данной лабораторной работе основное внимание уделяется классификации подземных вод по условиям залегания и химическому составу.

4. Классификация подземных вод по условиям залегания

По условиям залегания выделяют следующие основные типы подземных вод:

4.1. Верховодка

Верховодка – это временное скопление подземных вод, расположенное близко к поверхности земли над локальными водоупорными прослоями.

Основные признаки верховодки:

– небольшая глубина залегания;

– временный или сезонный характер;

– зависимость от атмосферных осадков и таяния снега;

– ограниченное распространение;

– небольшая мощность водоносного слоя.

Верховодка часто появляется весной или после обильных дождей и может исчезать в засушливые периоды.

4.2. Грунтовые воды

Грунтовые воды – это подземные воды первого от поверхности постоянно существующего водоносного горизонта, залегающего на водоупорном слое.

Основные признаки грунтовых вод:

– имеют свободную поверхность;

– не перекрыты сверху сплошным водоупорным слоем;

– уровень воды зависит от рельефа, атмосферных осадков, рек, озер и условий дренирования;

– обычно безнапорные;

– активно участвуют в современном водообмене.

Грунтовые воды имеют важное значение при строительстве, разработке карьеров, проходке горных выработок и оценке устойчивости склонов.

4.3. Межпластовые воды

Межпластовые воды залегают между двумя относительно водоупорными слоями. Они могут быть безнапорными или напорными.

Если вода полностью заполняет водоносный пласт и находится под давлением, такие воды называются напорными.

4.4. Артезианские воды

Артезианские воды – это напорные межпластовые подземные воды, заключенные между водоупорными слоями. При вскрытии скважиной уровень таких вод поднимается выше кровли водоносного горизонта, а иногда вода может самоизливаться на поверхность.

Основные признаки артезианских вод:

– залегают между водоупорными пластами;

– находятся под гидростатическим давлением;

– имеют пьезометрический уровень;

– могут подниматься в скважине выше кровли водоносного горизонта;

– часто имеют более устойчивый химический состав по сравнению с грунтовыми водами.

4.5. Трещинные воды

Трещинные воды находятся и движутся в трещинах скальных горных пород: гранитов, известняков, песчаников, сланцев, кварцитов и других пород.

Их распространение зависит от:

– степени трещиноватости пород;

– глубины зоны выветривания;

– тектонических нарушений;

– раскрытости трещин;

– связи трещин между собой.

Трещинные воды имеют большое значение при разведке и разработке рудных месторождений, так как могут создавать притоки воды в горные выработки.

4.6. Карстовые воды

Карстовые воды приурочены к растворимым горным породам: известнякам, доломитам, гипсам, ангидритам, каменной соли.

Они движутся по трещинам, кавернам, каналам и карстовым полостям. Для карстовых вод характерны:

– высокая скорость движения;

– неравномерное распространение;

– возможные значительные притоки воды;

– связь с карстовыми воронками, пещерами, источниками;

– повышенная уязвимость к загрязнению.

5. Классификация подземных вод по степени напорности

По степени напорности подземные воды делятся на:

1. Безнапорные воды – имеют свободную поверхность. Давление на поверхности водоносного горизонта равно атмосферному. К ним чаще всего относятся грунтовые воды.

2. Напорные воды – находятся под давлением между водоупорными слоями. При вскрытии скважиной уровень воды поднимается выше кровли водоносного горизонта.

3. Самоизливающиеся воды – разновидность напорных вод, при которых пьезометрический уровень находится выше поверхности земли, и вода выходит из скважины самостоятельно.

6. Классификация подземных вод по минерализации

Минерализация – это общее количество растворенных минеральных веществ в воде. Она обычно выражается в г/л или мг/л.

По минерализации подземные воды можно разделить на следующие группы:

Тип воды	Минерализация, г/л	Характеристика
Пресные воды	до 1	Обычно пригодны для питьевого и хозяйственного использования при благоприятном химическом составе
Слабосолоноватые воды	1–3	Могут использоваться ограниченно, требуют оценки состава
Солоноватые воды	3–10	Обычно ограниченно пригодны для питьевых целей
Соленые воды	10–35	Для питьевых целей непригодны без опреснения
Рассолы	более 35	Высокоминерализованные воды, часто связаны с глубокими горизонтами и осадочными бассейнами

Для предварительной оценки минерализацию можно определить как сумму основных растворенных компонентов.

M = Σ ионов

где:

M – общая минерализация воды, мг/л или г/л;

Σ ионов – сумма основных растворенных катионов и анионов.

Если минерализация дана в мг/л, ее можно перевести в г/л:

M, г/л = M, мг/л / 1000

7. Классификация подземных вод по химическому составу

Химический состав подземных вод определяется содержанием основных катионов и анионов.

К основным катионам относятся:

– кальций – Ca^{2+};

– магний – Mg^{2+};

– натрий – Na^{+};

– калий – K^{+}.

К основным анионам относятся:

– гидрокарбонаты – HCO_3^{-};

– сульфаты – SO_4^{2-};

– хлориды – Cl^{-}.

По преобладающим ионам выделяют следующие основные типы подземных вод:

Преобладающие ионы	Тип воды
HCO_3^{-} и Ca^{2+}	Гидрокарбонатно-кальциевая
HCO_3^{-} и Mg^{2+}	Гидрокарбонатно-магниевая
SO_4^{2-} и Ca^{2+}	Сульфатно-кальциевая
SO_4^{2-} и Na^{+}	Сульфатно-натриевая
Cl^{-} и Na^{+}	Хлоридно-натриевая
Cl^{-} и Ca^{2+}	Хлоридно-кальциевая
HCO_3^{-}, SO_4^{2-} и Ca^{2+}	Гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевая
SO_4^{2-}, Cl^{-} и Na^{+}	Сульфатно-хлоридно-натриевая

Для учебной классификации химический тип воды можно определить по преобладающим анионам и катионам. Сначала определяют главный анион, затем главный катион. Название воды составляется следующим образом:

анионный состав + катионный состав

Например:

– если преобладают HCO_3^- и Ca^{2+}, вода называется гидрокарбонатно-кальциевой;

– если преобладают Cl^- и Na^+, вода называется хлоридно-натриевой;

– если преобладают SO_4^{2-} и Ca^{2+}, вода называется сульфатно-кальциевой.

8. Перевод содержания ионов в эквивалентную форму

Для более точного определения химического типа воды содержание ионов переводят из мг/л в мг-экв/л.

Формула перевода:

Сэкв = С / Э

где:

Сэкв – содержание иона, мг-экв/л;

С – содержание иона, мг/л;

Э – эквивалентная масса иона.

Эквивалентная масса определяется по формуле:

Э = М / z

где:

Э – эквивалентная масса;

М – молярная масса иона;

z – заряд иона.

Для учебных расчетов можно использовать готовые эквивалентные массы:

Ион	**Эквивалентная масса**
Ca^{2+}	20,0
Mg^{2+}	12,2
$Na^+ + K^+$	23,0
HCO_3^-	61,0
SO_4^{2-}	48,0
Cl^-	35,5

После перевода в мг-экв/л рассчитывают долю каждого иона в процентах:

Доля иона, % = Сэкв / ΣСэкв × 100

где:

Сэкв – содержание отдельного иона, мг-экв/л;

ΣСэкв – сумма катионов или сумма анионов, мг-экв/л.

Для катионов доля рассчитывается от суммы катионов.

Для анионов доля рассчитывается от суммы анионов.

9. Исходные данные

Для выполнения лабораторной работы используются данные по пяти водопунктам.

Таблица 1 – Гидрогеологические условия водопунктов

№ водопункта	Глубина скважины или колодца, м	Глубина до уровня воды, м	Характер водовмещающих пород	Условия залегания	Дополнительные признаки
1	6	2,1	Пески мелкозернистые	Первый от поверхности водоносный горизонт	Уровень зависит от сезона
2	45	12,0	Песчаники между глинами	Водоносный пласт перекрыт глинами	Вода поднимается выше кровли пласта
3	85	самоизлив	Известняки трещиноватые	Водоносный горизонт между водоупорами	Наблюдается напор
4	18	5,4	Суглинки и супеси	Локальный водоносный слой	Небольшой дебит
5	60	20,5	Закарстованные известняки	Трещинно-карстовая зона	Родники, карстовые формы

Таблица 2 – Химический состав подземных вод, мг/л

№ водопункта	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^{+} + K^{+}$	HCO_3^{-}	SO_4^{2-}	Cl^{-}	Минерализация, г/л	pH
1	90	24	38	310	55	42	0,56	7,2
2	70	36	160	280	210	120	0,88	7,5
3	120	48	280	240	430	390	1,51	7,4
4	140	62	90	210	520	160	1,18	7,1
5	110	30	65	360	90	70	0,73	7,6

10. Порядок выполнения работы

Этап 1. Определение типа подземных вод по условиям залегания

Используя данные таблицы 1, для каждого водопункта определите тип подземных вод:

– верховодка;
– грунтовые воды;
– межпластовые безнапорные воды;
– межпластовые напорные воды;
– артезианские воды;
– трещинные воды;
– карстовые воды;
– трещинно-карстовые воды.

Результаты внесите в таблицу 3.

Таблица 3 – Классификация подземных вод по условиям залегания

№ водопункта	Основные признаки	Тип подземных вод по условиям залегания	Степень напорности
1			
2			
3			
4			
5			

Этап 2. Определение типа воды по минерализации

Используя данные таблицы 2, определите тип воды по минерализации. Результаты внесите в таблицу 4.

Таблица 4 – Классификация подземных вод по минерализации

№ водопункта	Минерализация, г/л	Тип воды по минерализации
1		
2		
3		
4		
5		

Этап 3. Определение преобладающих ионов

Для каждого водопункта определите преобладающий анион и преобладающий катион.

На учебном уровне допускается предварительно определить преобладающие ионы по наибольшему содержанию в мг/л. Однако для более точной оценки следует использовать перевод в мг-экв/л.

Результаты внесите в таблицу 5.

Таблица 5 – Определение химического типа подземных вод

№ водопункта	Преобладающий анион	Преобладающий катион	Химический тип воды
1			
2			
3			
4			
5			

Этап 4. Комплексная характеристика подземных вод

На основании выполненной классификации составьте итоговую характеристику каждого водопункта.

Таблица 6 – Итоговая характеристика подземных вод

№ водопункта	Тип по условиям залегания	Тип по напорности	Тип по минерализации	Химический тип воды	Краткий вывод
1					
2					

3					
4					
5					

11. Пример выполнения задания

Рассмотрим водопункт № 1.

По данным таблицы 1 глубина колодца составляет 6 м, глубина до уровня воды – 2,1 м. Водовмещающие породы представлены мелкозернистыми песками. Водоносный горизонт является первым от поверхности, уровень воды зависит от сезона.

Следовательно, по условиям залегания это грунтовые воды. По степени напорности они являются безнапорными, так как имеют свободную поверхность.

Минерализация воды составляет 0,56 г/л. Следовательно, по минерализации вода относится к пресным водам.

По химическому составу в воде преобладают гидрокарбонаты HCO_3^- и кальций Ca^{2+}. Следовательно, химический тип воды – гидрокарбонатно-кальциевая.

Итоговая характеристика:

Водопункт № 1 представлен пресными безнапорными грунтовыми водами гидрокарбонатно-кальциевого состава, приуроченными к мелкозернистым пескам первого от поверхности водоносного горизонта.

12. Задание для самостоятельного выполнения

Студенту необходимо:

1. Изучить краткие теоретические сведения.
2. По данным таблицы 1 определить тип подземных вод по условиям залегания.
3. Определить степень напорности подземных вод.
4. По данным таблицы 2 определить тип воды по минерализации.
5. Определить преобладающие анионы и катионы.
6. Установить химический тип воды.
7. Заполнить таблицы 3, 4, 5 и 6.
8. Сделать общий вывод о типах подземных вод и условиях их формирования.

13. Анализ результатов

При анализе результатов необходимо обратить внимание на следующие вопросы:

1. Какие воды являются грунтовыми, а какие межпластовыми?
2. Какие воды относятся к напорным?
3. В каких условиях возможно формирование артезианских вод?
4. Как литологический состав пород влияет на тип подземных вод?
5. Как изменяется минерализация с глубиной?
6. Какие воды могут быть более уязвимыми к загрязнению?

7. Какие воды могут создавать наибольшие притоки в горные выработки?

При интерпретации результатов следует учитывать, что грунтовые воды обычно тесно связаны с поверхностными условиями и более подвержены загрязнению. Межпластовые и артезианские воды, как правило, лучше защищены водоупорными слоями, но могут иметь повышенную минерализацию. Трещинные и карстовые воды отличаются неравномерным распространением и могут давать значительные притоки при вскрытии скважинами или горными выработками.

14. Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен включать:

1. номер и тему лабораторной работы;
2. цель работы;
3. краткие теоретические сведения;
4. исходные данные;
5. заполненную таблицу классификации подземных вод по условиям залегания;
6. заполненную таблицу классификации вод по минерализации;
7. таблицу определения химического типа воды;
8. итоговую характеристику водопунктов;
9. анализ полученных результатов;
10. общий вывод;
11. ответы на контрольные вопросы.

15. Требования к выводу

В выводе необходимо указать:

– какие типы подземных вод были выделены по условиям залегания;

– какие воды являются безнапорными и напорными;

– какие воды относятся к пресным, слабосолоноватым или солоноватым;

– какие химические типы вод установлены;

– как условия залегания и состав водовмещающих пород влияют на формирование подземных вод;

– какое значение имеет классификация подземных вод при разведке и разработке месторождений полезных ископаемых.

16. Контрольные вопросы

1. Что такое подземные воды?
2. Какие основные типы подземных вод выделяют по условиям залегания?
3. Чем верховодка отличается от грунтовых вод?
4. Какие воды называются грунтовыми?
5. Что такое межпластовые воды?
6. Какие воды называются артезианскими?
7. Чем напорные воды отличаются от безнапорных?

8. Какие породы чаще всего вмещают трещинные воды?

9. В каких породах формируются карстовые воды?

10. Что такое минерализация подземных вод?

11. Какие воды относятся к пресным?

12. Как определить химический тип подземной воды?

13. Какие ионы относятся к основным катионам?

14. Какие ионы относятся к основным анионам?

15. Почему классификация подземных вод важна при разведке месторождений полезных ископаемых?

17. Критерии оценивания

Критерий оценивания	**Баллы**
Правильность определения типа подземных вод по условиям залегания	20
Правильность определения степени напорности	15
Правильность классификации вод по минерализации	15
Правильность определения химического типа воды	20
Полнота заполнения итоговых таблиц	10
Анализ и интерпретация результатов	10
Вывод и ответы на контрольные вопросы	10
Итого	**100**

18. Рекомендуемая литература

1. Климентов П. П., Богданов Г. Я. Общая гидрогеология.

2. Ланге О. К. Гидрогеология.

3. Биндеман Н. Н., Язвин Л. С. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод.

4. Справочник гидрогеолога.

5. Учебные и методические материалы по дисциплине «Гидрогеология».