

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования**
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Методические указания по выполнению
практических работ по дисциплине**
«Инженерная геология при строительстве трубопроводов»

Направление подготовки
Направленность (профиль)

21.03.01 Нефтегазовое дело
Эксплуатация и обслуживание объектов
транспорта и хранения нефти, газа и
продуктов переработки
трубопроводного транспорта

Год начала обучения

2026

Форма обучения

очная

заочная

очно-заочная

Реализуется в семестре

_____ _ 9 _____

Ставрополь, 2026 г.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУНТОВ ПО СОСТАВУ

Цель: приобретение навыков по обработке результатов состава горных пород. В теоретическом обосновании приведены методические приемы классификации грунтов и наиболее часто используемые методы графического изображения результатов гранулометрического анализа состава горных пород.

Теоретическое обоснование

Гранулометрический (механический) состав характеризует породу в отношении размеров слагающих его минеральных частиц. При инженерно-геологических исследованиях изучение гранулометрического состава практически наиболее важно для тех разностей, у которых полностью отсутствует или ослаблена связь между элементами породы. У пород с прочными структурными связями (изверженных, метаморфических и отвердевших осадочных) значение гранулометрического состава с инженерно-геологической точки зрения очень мало. У этих пород гранулометрический состав представляет практический интерес только при оценке породы в отношении её против выветривания. Поэтому определение гранулометрического состава пород производится в основном для глинистых и песчаных разностей.

Прямой математической зависимости между гранулометрическим составом породы и её инженерно-геологическими свойствами не существует. Гранулометрический состав является классификационным показателем, применяемым для выделения основных петрографических типов и видов грунтов в районе исследований.

Иногда данные механического анализа используется в качестве показателей более высокого класса (косвенных расчетных или даже прямых расчетных):

- 1 — для получения приблизительной характеристики водопроницаемости однородных песчаных грунтов путем вычисления коэффициента фильтрации по эмпирическим формулам;
- 2 — для установления возможности механической суффозии (вымывании мелких частиц из-под основания и из тела земляных плотин и т.д.)
- 3 — для производства расчетов обратных фильтров с целью предотвращения механической суффозии;
- 4 — для выбора диаметров отверстий фильтров в скважинах;
- 5 — для составления оптимальных смесей из имеющихся в наличии грунтов, обеспечивающих наилучшие свойства грунта при использовании его для строительства гужевых дорог и аэродромов;
- 6 — для оценки грунтов как материала для тела земляных плотин, насыпей, балластного слоя на железных дорогах, для приготовления бетона;
- 7 — для установления возможности изменения гранулометрического

состава глинистых пород при изменении физико-химической обстановки после возведения сооружения.

Для практического использования результатов определения гранулометрического состава пород удобны методы графического их изображения – график треугольник и суммарные кривые гранулометрического состава.

Наиболее распространенным методом графического изображения результатов определения гранулометрического состава пород, являются суммарные кривые (кумулятивные, интегральные кривые, кривые однородности). Они строятся в обыкновенном или полулогарифмическом масштабе. Полулогарифмический масштаб применяется в тех случаях, когда изображаются результаты определения гранулометрического состава разнотернистых пород.

Суммарные кривые строятся в прямоугольной системе координат: по оси абсцисс откладывается диаметр частиц или его логарифм, а по оси ординат – суммарное процентное содержание частиц пород.

При построении суммарной кривой в полулогарифмическом масштабе можно пользоваться логарифмической бумагой или логарифмическим бланком.

Для характеристики гравелистых грунтов применяется коэффициент выветрелости – степень выветрелости скального грунта K_{wr} – это соотношение выветрелого и невыветрелого образцов одного и того же грунта. Характеризуется через степень истираемости. Коэффициент выветрелости определяют из выражения:

$$K_{wr} = (K_1 - K_0) / K_1, (1)$$

где K_0 соотношение массы частиц размером менее 2 мм к массе частиц размером 2 мм до испытания на истираемость; K_1 – то же после испытания на истираемость. Например (вариант 1): $K_0 = 6 / 94 = 0,06$; $K_1 = 32 / 68 = 0,47$;

$$K_{wr} = (0,47 - 0,06) / 0,47 = 0,87.$$

По коэффициенту выветрелости крупнообломочные грунты подразделяются на:

- невыветрелые $0 \leq K_{wr} < 0,5$;
- слабовыветрелые $0,5 \leq K_{wr} < 0,75$;
- сильновыветрелые $0,75 \leq K_{wr} \leq 1$;

На графике треугольнике гранулометрического состава отражается содержание в породе трех групп фракций: песчаной ($> 0,05$ мм), пылеватой ($0,05 - 0,005$ мм) и глинистой ($< 0,005$ мм). Для изображения результатов анализа использовано свойство равностороннего треугольника: сумма перпендикуляров, опущенных из какой-либо точки внутри треугольника на три его стороны, равна высоте треугольника. Это даст возможность изобразить состав породы точкой с координатами, отвечающими процентному содержанию фракций.

Такая графическая форма изображения позволяет наносить на график результаты массовых определений гранулометрического состава пород. Форма очень наглядна, так как даёт представление о степени однородности

породы по гранулометрическому составу и позволяет классифицировать породы, если график разбить на части, соответствующие той или иной трёхчленной классификации пород.

По суммарным кривым гранулометрического состава определяются величины характерных диаметров частиц пород: действующего или диаметра десяти (d_{10}) и контролирующего или диаметра шестидесяти (d_{60}). Эти диаметры и вычисленный по их отношению коэффициент неоднородности пород по гранулометрическому составу (K_H) используется для определения коэффициентов фильтрации пород по эмпирическим формулам.

Действующий диаметр (d_{10}) – это такой диаметр, меньше которого в породе содержится 10 %, а больше которого в породе 90 % частиц по весу.

Контролирующий диаметр (d_{60}) – это такой диаметр, меньше которого в породе содержание 60 %, а больше которого 40 % частиц по весу.

Коэффициент неоднородности пород по гранулометрическому составу определяется по зависимости:

$$K_H = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

По величине коэффициента неоднородности различают породы однородные и неоднородные (при $K_H < 3$ порода однородна, $K_H > 3$, порода неоднородна). Чем более крутыми получаются кривые однородности – тем более однородным является грунт.

Таблица 1 – Гранулометрический состав гравелистых грунтов

Размер частиц, мм	Содержание частиц, % по массе																	
	Варианты																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Более 200	4	2	6 2	4	5 3	0	4	2	6 2	4	53	0	4	2	62	4	53	0
200-100	0	4	1 7	4	3 3	2	0	4	1 7	4	33	2	0	4	17	4	33	2
100-60	0	2	3	6	4	1	0	2	3	6	4	1	0	2	3	6	4	1
60-40	5	3	1	5	2	2	5	3	1	5	2	2	5	3	1	5	2	2
40-20	9	6	3	1 1	0	8	9	6	3	1 1	0	8	9	6	3	11	0	8
20-10	2 8	1 4	2	4 3	0	8	2 8	1 4	2	4 3	0	8	28	14	2	43	0	8
10-5	3 3	2 8	3	1 9	0	2 7	3 3	2 8	3	1 9	0	2 7	33	28	3	19	0	27
5-2	1 5	1 7	3	4	3	4 1	1 5	1 7	3	4	3	4 1	15	17	3	4	3	41
Менее 2 мм	6	2 4	6	4	5	1 1	6	2 4	6	4	5	1 1	6	24	6	4	5	11
Остаток на сите после испытаний на истираемость																		
Более 2 мм	6 8	5 4	8 2	8 8	9 3	7 0	6 8	5 4	8 2	8 8	93	7 0	68	54	82	88	93	70
Степень окатанности частиц	О К	Н	О К	Н	Н	О К	О К	Н	О К	Н	Н	О К	ОК	Н	О К	Н	Н	О К

примечание: ОК – окатанные; Н – неокатанные обломки

Таблица 2 – гранулометрический состав песчаных грунтов

Размер частиц, мм	Содержания частиц, % по массе																	
	Варианты																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Более 5	5	7	0	0	0	5	5	7	0	0	0	5	5	7	0	0	0	5
5-2	3	19	2	4	5	32	3	19	2	4	5	32	3	19	2	4	5	32
2-1	6	31	5	9	0	18	6	31	5	9	0	18	6	31	5	9	0	18
1-0,5	11	26	10	6	35	17	11	26	10	6	35	17	11	26	10	6	35	17
0,5-0,25	23	8	17	41	12	13	23	8	17	41	12	13	23	8	17	41	12	13
0,25-0,10	30	3	35	27	7	7	30	3	35	27	7	7	30	3	35	27	7	7
0,1-0,05	13	2	22	5	3	5	13	2	22	5	3	5	13	2	22	5	3	5
Менее 0,05	9	4	9	8	38	32	9	4	9	8	38	32	9	4	9	8	38	32

Таблица 3 –гранулометрический состав глинистых грунтов (сарматские глины, Предкавказье, N₁³s₁)

Размер частиц, мм	Содержание частиц, % по массе																	
	Варианты																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
>0,05	0,5	0,1	36	1,1	-	8,4	0,5	0,1	3	1,1	-	8,4	0,5	0,1	36	1,1	-	8,4
0,05-0,01	22,6	33,6	8,6	20,6	6,7	2,8	2,6	3,6	8,6	20,6	6,7	2,8	2,6	3,6	8,6	20,6	6,7	2,8
0,01-0,005	8,7	10,9	8,2	9,0	1,4	1,7	8,7	1,9	8,2	9,0	1,4	1,7	8,7	1,9	8,2	9,0	1,4	1,7
0,005-0,001	17,8	10,6	13,6	24,8	2,4	0,8	1,7	1,6	1,3	24,8	2,4	0,8	1,7	1,6	1,3	24,8	2,4	0,8
< 0,001	50,4	44,6	33,6	44,5	6,0	4,7	5,4	4,8	3,6	44,5	6,0	4,7	5,4	4,8	3,6	44,5	6,0	4,7

Таблица 4 – классификация крупнообломочных и песчаных грунтов по ГОСТ 25100-95

Разновидность крупнообломочных и песчаных грунтов	Распределение частиц по крупности, % от массы воздушно-сухого грунта
Крупнообломочные	
Валунный грунт (при преобладании неокатанных частиц – глыбовый)	Масса частиц крупнее 200 мм – более 50 %
Галечниковый грунт (при преобладании	Масса частиц крупнее 10 мм – более 50 %

неокатанных частиц – щебнистый)	
Гравийный грунт (при преобладании неокатанных частиц – дресвяный)	Масса частиц крупнее 2 мм - более 50%
Пески	
Песок гравелистый	Масса частиц крупнее 2 мм – более 25 %
Песок крупный	Масса частиц крупнее 0,5 мм – более 50 %
Песок средний крупности	Масса частиц крупнее 0,25 мм – более 50 %
Песок мелкий	Масса частиц крупнее 0,1 мм – более 75 % и более
Песок пылеватый	Масса частиц крупнее 0,1 мм – менее 75 %

Оборудование и материалы. Табличные данные для определения состава грунтов.

Задания.

1. По данным гранулометрического анализа (таблица 13, 14, 15) построить суммарные кривые гранулометрического состава гравелистых, песчаных и глинистых грунтов состава глинистых грунтов в полулогарифмическом масштабе.
2. Определить величины действующего (d_{10}) и контролирующего (d_{60}) диаметров. Вычислить коэффициенты неоднородности пород по гранулометрическому составу (K_n) и оценить степень их неоднородности.
3. Вычислить коэффициент выветрелости.

Содержание отчета.

В отчете следует отразить: цель работы, краткое теоретическое обоснование, в т.ч. привести методические приёмы, используемые классификации грунтов по составу.

Контрольные вопросы

1. Для каких пород анализ гранулометрического состава представляет наибольший интерес? Какова причина этого факта?
2. Для решения каких задач используются данные механического анализа гранулометрического состава грунтов?
3. Каким образом строятся кумулятивные кривые гранулометрического состава грунтов?
4. Охарактеризуйте величины характерных диаметров частиц пород, определяемых по суммарным кривым гранулометрического состава.
5. Охарактеризуйте различные виды пород по степени неоднородности.
6. Каким образом определяется коэффициент выветрелости и каким образом классифицируются крупнообломочные грунты?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2

ЗНАКОМСТВО С ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ГРУНТОВ

Цель Приобретение навыков по обработке результатов лабораторных анализов грунтов. Приобретение навыков по обработке результатов лабораторных анализов грунтов. В теоретическом обосновании приведены методические приемы классификации грунтов.

Теоретическое обоснование

Плотность грунта в естественном сложении- масса грунта в естественном сложении к его объему. Зависит от минерального состава, влажности и пористости:

$$\rho = m/V \quad (2.1)$$

где m- масса грунта, V-объем грунта в естественном сложении.(г/см³)

Плотность скелета грунта - масса твердых частиц грунта к объему в естественном сложении.

$$\rho_d = \rho / (1 + 0.01W) \quad (2.2)$$

где ρ - плотность грунта в естественном сложении, W- естественная, весовая влажность грунта %. Зависит от минерального состава и пористости, выражается в г/см³

Пористость n- характеризует объем пор к объему грунта и выражается в %: $n = (\rho_s - \rho_d) / \rho_s \quad (2.3)$

Коэффициент пористости ϵ - характеризует объем пор к объему твердых частиц и выражается в долях единицы:

$$\epsilon = (\rho_s - \rho_d) / \rho_d \quad (2.4)$$

Степень плотности - показывает способность песков к дополнительному уплотнению. Определяется по формуле:

$$I_p = (\epsilon_{\max} - \epsilon) / (\epsilon_{\max} - \epsilon_{\min}) \quad (2.5)$$

Таблица 5 - Подразделение песков по степени плотности (ГОСТ 25100-95)

Разновидность песков	Степень плотности, доли единиц I_p
Слабоуплотненный	0-0,33
Среднеуплотненный	0,33-0,66
Сильноуплотненный	0,66-1

Таблица 6- Исходные данные для расчета физических свойств глинистых грунтов(вариант 14)

Вариант	$g(m)$	g_0	V	ρ_s
14	86,14	75,62	50	2,71

Таблица 7- Исходные данные для расчета физических свойств песчаных грунтов(вариант 14)

Вариант	$g(m)$	g_0	V	ρ_s	$\rho_{\min}$	$\rho_{\max}$
14	79,57	69,94	50	2,58	1,36	1,65

В инженерной геологии используют несколько показателей физико-химических свойств грунтов.

Пластичность грунтов – способность грунтов деформироваться без разрыва сплошности. Пластичность зависит от гранулометрического и минерального состава грунтов, ёмкости катионного объёма, состава обменных катионов и содержания органического вещества.

Пластичность характеризуется верхним пределом пластичности W_L – влажностью, при превышении которой грунт начинает течь, и нижним пределом пластичности W_P – влажностью между полутвердым и пластичным состоянием. Разница значений верхнего и нижнего пределов пластичности называется числом пластичности:

$$I_P = W_L - W_P \quad (3.1)$$

По значению числа пластичности глинистые грунты подразделяются на супеси, суглинки и глины (таб. 8).

Таблица 8 – Подразделение глинистых грунтов по числу пластичности (ГОСТ 25100-95)

Разновидность глинистых грунтов	Число пластичности
Супесь	1-7
Суглинок	7-17
Глина	>17

Величина естественной влажности нижнего предела пластичности и числа пластичности позволяет оценить консистенцию глинистого грунта по показателю текучести:

$$I_T = (W - W_P) / (I_P) \quad (3.2)$$

Таблица 9 – Подразделение глинистых грунтов по показателю текучести (ГОСТ 25100-95)

Разновидность глинистых грунтов	Показатель текучести
Супесь:	
-твердая	<0
-пластичная	0-1
-текучая	>1
Суглинки и глины:	
-твердые	<0
-полутвердые	0-0,25
-тугопластичные	0,25-0,50
-мягкопластичные	0,50-0,75
-текучепластичные	0,75-1
-текучие	>1

Набухаемость грунтов – способность грунтов увеличивать объём в процессе смачивания. Характеризуется величиной относительного набухания и давления набухания. Величина относительного набухания (относительная деформация набухания без нагрузки) E_{st} – отношение увеличения высоты образца грунта после свободного набухания в условиях невозможности бокового расширения $(h-h_0)$ к начальной высоте образца h_0 при природной влажности:

$$E_{st} = (h-h_0)/(h_0) \quad (3.3)$$

Глинистые грунты подразделяются по степени относительной деформации и набухания без нагрузки на четыре разновидности (табл. 10).

Таблица 10 – Подразделение глинистых грунтов по относительной деформации набухания без нагрузки

Разновидность глинистых грунтов	Относительная деформация набухания без нагрузки, E_{st}
Ненабухающий	<0,04
Слабонабухающий	0,04-0,08
Средненабухающий	0,08-0,12
Сильнонабухающий	>0,12

Усадка грунта – уменьшение его объёма в результате давления воды при высыхании или под влиянием физико-химических процессов (осмос).

Линейная усадка – уменьшение линейных размеров образца в результате усадки:

$$\partial L = (d-d_1)/(d) \quad (3.4)$$

где d и d_1 – начальный и конечный линейный размер образца соответственно.

Объёмная усадка – уменьшение объёмных размеров образца в результате усадки:

$$\partial V = (V-V_1)/(V) \quad (3.4)$$

где V и V_1 – начальный и конечный объёмный размер образца соответственно.

Влажность предела усадки W_{ny} – величина влажности, при которой усадка прекращается. Рассчитывается как величина весовой влажности.

Оборудование и материалы. Табличные данные для расчета физико-химических свойств грунтов.

Задания

1. По данным верхнего и нижнего пределов пластичности и величине естественной влажности (таблица 10) рассчитать число пластичности и дать название грунту по показателю пластичности (таблица 7) и текучести (таблица 8).

2. По величине значений высоты образца до и после набухания подсчитать величину относительного набухания и дать название грунту (таблицы 11, 9).

3. Из монолита глинистого грунта вырезан цилиндрического образец диаметром и высотой 4 см, масса которого оказалась равной g (г). С целью определения усадки образец высушивался на воздухе. Усадка прекратилась при диаметре и высоте образца соответственно d_1 и H_1 (см) и массе g_1 (г). После полного высушивания масса образца стала g_0 .

По полученным результатам (таблица 13) определите относительные линейную и объемную усадки, плотность грунта до и после усадки, начальную влажность и влажность предела усадки.

Таблица 11 – Данные для расчета характеристика пластичности грунтов.

Вариант	Естественная влажность W , %	Нижний предел пластичности W_p , %	Верхний предел пластичности W_L , %
1	36	38	60
2	35	42	73
3	39	40	72
4	34	24	45
5	29	41	66
6	38	31	69
7	36	38	60
8	35	42	73
9	39	40	72
10	34	24	45
11	29	41	66
12	31	31	69
13	38	38	60
14	42	42	73
15	40	40	72
16	24	24	45
17	41	41	66
18	31	31	69

Таблица 12 – исходные данные для расчета набухаемости грунтов

Вариант	Начальная высота образца h_0 , мм	Высота образца после свободного набухания h , мм	Естественная влажность W , %
1	5	5,47	36
2	5	5,75	35
3	5	6,71	39
4	5	5,47	34

5	5	5,11	29
6	5	5,23	38
7	5	5,47	36
8	5	5,75	35
9	5	6,71	39
10	5	5,47	34
11	5	5,11	29
12	5	5,23	38
13	5	5,47	36
14	5	5,75	35
15	5	6,71	39
16	5	5,47	34
17	5	5,11	29
18	5	5,23	38

Таблица 13 – исходные данные для определения показателей усадочности грунта

Варианты	g, г	d ₁ , см	H ₁ , см	g ₁ , г	g ₀ , г
1	94,38	3,76	3,76	81,12	78,00
2	99,40	3,70	3,63	83,98	75,97
3	100,41	3,76	3,76	89,25	79,69
4	96,39	3,77	3,77	86,32	83,81
5	94,38	3,84	3,84	81,12	78,00
6	99,40	3,70	3,70	83,98	77,05
7	94,38	3,76	3,76	81,12	78,00
8	99,40	3,70	3,63	83,98	75,97
9	100,41	3,76	3,76	89,25	79,69
10	96,39	3,77	3,77	86,32	83,81
11	94,38	3,84	3,84	81,12	78,00
12	99,40	3,70	3,70	83,98	77,05
13	94,38	3,76	3,76	81,12	78,00
14	99,40	3,70	3,63	83,98	75,97
15	100,41	3,76	3,76	89,25	79,69
16	96,39	3,77	3,77	86,32	83,81
17	94,38	3,84	3,84	81,12	78,00
18	99,40	3,70	3,70	83,98	77,05

Содержание отчета.

В отчете следует отразить: цель работы, краткое теоретическое обоснование, в т.ч. привести методические приёмы, используемые при выделении разновидностей грунтов по физико-химическим свойствам.

Защита работы проводится в устной форме.

Контрольные вопросы

1. Что такое пластичность грунтов? От каких факторов зависит это свойство?
2. Какими показателями характеризуется пластичность грунтов? Приведите расчётные формулы?
3. Какие разновидности глинистых грунтов выделяются по числу пластичности и по показателю текучести?
4. Что такое набухаемость грунтов?
5. Какие разновидности глинистых грунтов выделяются по относительной деформации набухания без нагрузки?
6. Что такое усадочность грунтов?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3 ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ КАРТ ГИДРОИЗОГИПС

Цель Познакомиться с методикой построения карт гидроизогипс, изучить особенности равномерного движения подземных вод, научиться определять его элементы.

Теоретическое обоснование

Движение жидкости или газа в пористых или трещинно-пористых средах называется фильтрацией. Фильтрация жидкости обусловлена естественными или искусственными факторами. Естественные потоки вод могут осложняться искусственными (эксплуатация месторождений жидких и твердых полезных ископаемых, работа водозаборов подземных вод и др.).

Граница подземной гидросферы не совпадает с земной поверхностью, поэтому выделяют две зоны: зону аэрации и зону полного насыщения. В том случае, когда вода не полностью заполняет все поры породы, ее движение происходит в виде отдельных капелек и струек под действием силы тяжести.

Такое движение называется свободным просачиванием или инфильтрацией. Зона, где происходит свободное просачивание, называется зоной аэрации – это буферный слой между атмосферой и подземной гидросферой, которая заполняется водами периодически.

В зоне полного насыщения, где гравитационные воды образуют водоносные горизонты, их фильтрация происходит под влиянием гидростатического давления, от мест с большим к местам с меньшим напором.

В гидродинамическом отношении эти зоны разделяют на воды напорные и безнапорные (грунтовые).

Грунтовые воды характеризуются следующими особенностями:

1. Область питания обычно совпадает с областью распространения;
2. Основные источники питания – атмосферные и конденсационные воды, реже нижезалегающие напорные;
3. В большинстве случаев поверхность грунтовых вод сообщается с атмосферой; она носит название свободной поверхности или «зеркало грунтовых вод»;
4. Грунтовые воды гидравлически связаны с поверхностными водотоками и водоемами (реками, озерами, заболоченными понижениями);
5. Режим грунтовых вод испытывает непосредственное влияние гидрометеорологических факторов, характеризуется сезонными колебаниями уровня, дебита и химического состава.

Характеристиками фильтрационного потока являются: направление движения потока, гидравлический уклон, скорость движения подземных вод и их расход.

Линии, соединяющие точки одинаковой величины напора подземных вод, называются линиями равного напора. Проекция этих линий на горизонтальную плоскость называются *гидроизопьезами* (в случае напорных вод). Линии, соединяющие одинаковые высоты поверхности (зеркала) грунтовых вод называются *гидроизогипсами* (для безнапорных вод).

Основным законом, которому подчиняется движение подземных вод, является закон Дарси. Следуя закону Дарси можно определить количество воды, проходящей через породу в единицу времени, которое будет прямо пропорционально площади поперечного сечения потока и величине напора, и обратно пропорционально длине пути фильтрации (4):

$$Q = k_{\phi} F \frac{\Delta H}{L}, \quad 4)$$

где Q – объемный расход фильтрующейся жидкости, м³/сут; k_{ϕ} – коэффициент фильтрации, который зависит от физических свойств породы и фильтрующейся жидкости, м/сут; F – площадь поперечного сечения потока, м²; ΔH – разность напоров в двух сечениях, м; L – расстояния между двумя сечениями, м.

Отношение $\Delta H/L$, характеризует величину падения напора на единицу длины фильтрации и называется напорным градиентом или гидравлическим напором I (5):

$$I = \frac{\Delta H}{L}, \quad 5)$$

С учётом зависимости (7) закон Дарси будет иметь следующий вид (6):

$$Q = k_{\phi} F I \quad 6)$$

Разделив обе части уравнения (8) на величину площади поперечного сечения потока F , определим скорость фильтрации (7):

$$v = \frac{Q}{F} = k_{\phi} I, \quad 7)$$

Следует отметить, что полученная скорость фильтрации является фиктивной величиной, так как площадь поперечного сечения потока F значительно меньше истинной площади фильтрации (вода движется по порам и трещинам породы). Чтобы получить среднее значение действительной v_u скорости движения подземных вод для данного участка, следует разделить скорость фильтрации v на коэффициент пористости m (8):

$$v_u = \frac{v}{m} \quad 8)$$

Кроме карт гидроизогипс строятся карты гидроизобат – карты глубин залегания поверхности грунтовых вод. Изобатами называют линии, соединяющие точки с одинаковыми глубинами залегания грунтовых вод (h).

Оборудование и материалы. Исходным материалом для выполнения работы являются значения абсолютных отметок залегания уровня грунтовых вод, а также характеристика коллектора, представленные в таблице 14;

Задания

1. Полученные при замерах глубины залегания уровня грунтовых вод пересчитайте на абсолютные отметки по формуле:

$$U_a = Al - h, \quad 9)$$

где U_a – абсолютная отметка уровня воды в данном пункте; Al – абсолютная отметка поверхности земли в том же пункте; h – глубина залегания воды.

2. Вычисленные отметки уровня грунтовых вод нанесите на топографическую основу и методом интерполяции постройте гидроизогипсы. При построении соблюдайте следующие правила:

- а) не интерполируйте точки, расположенные по разные стороны поверхностных водотоков и водоемов;
- б) не проводите интерполяцию между группами скважин, расположенных далеко друг от друга.

3. Постройте карту гидроизогипс по данным скважин, пробуренных в аллювиальном пласте в виде квадратной сетки. Расстояние между скважинами 40 м. Масштаб 1:1000.

4. По карте гидроизогипс определить:

- Направление движения подземных вод;

- Значение напорного градиента (гидравлического уклона) (I) по формуле (5);
- Скорость фильтрации v подземного потока по формуле (7)
- Истинную скорость движения вод – v_u по зависимости (8)
- Области питания и дренирования грунтовых вод (заштриховать).
- Определить расход воды в пласте по формуле (6). Для определения F выбирают сечение потока (створ) вкrest направления движения, при этом учитывают толщину пласта.

Таблица 14 – Абсолютные отметки залегания уровня грунтовых вод

№ вар.	Сеч. изо-гипс	K _ф	m, % Н, м	Номера скважин и абсолютные отметки залегания уровня грунтовых вод															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.	0,5	1,5	10/2	5,5	6,0	7,0	6,5	6,5	4,5	5,0	5,5	6,5	6,8	7,0	8,0	8,5	7,0	7,5	6,5
2.	0,1	3,5	15/2,5	7,0	6,8	6,7	6,6	6,8	6,6	6,2	6,3	6,6	6,3	5,9	6,0	6,2	6,1	6,0	5,9
3.	0,1	5,5	20/ 4	6,9	6,7	6,6	6,5	6,9	6,6	6,5	6,3	6,6	6,3	5,9	6,0	6,2	6,1	6,0	5,9
4.	0,5	4,5	10/1,5	5,0	6,5	5,5	4,5	6,0	7,5	6,5	5,5	7,0	8,0	7,0	6,0	8,0	9,0	9,5	8,0
5	0,1	2,5	25/2,6	5,9	6,0	6,1	6,2	6,0	5,9	6,3	6,6	6,3	6,5	6,6	6,9	6,5	6,6	6,7	6,9
6.	0,5	3,0	20/2,7	8,0	9,5	9,0	8,0	6,0	7,0	8,0	7,0	5,5	6,5	7,5	6,0	4,5	5,5	6,5	5,0
7.	0,5	1,5	20/3,5	6,5	7,5	7,0	8,5	8,0	7,0	6,8	6,5	5,5	5,0	4,5	5,5	6,5	7,0	6,0	5,5
8.	0,5	1,5	10/3,2	6,0	6,5	4,5	5,5	6,8	8,0	7,0	6,5	5,5	7,0	6,5	5,0	6,5	7,0	8,5	7,5
9.	0,1	5,0	15/3,4	6,8	6,6	6,6	6,3	6,3	6,0	6,1	5,9	7,0	6,7	6,8	6,2	6,6	5,9	6,2	6,0
10	0,1	3,5	20/2,7	6,7	6,5	6,6	6,3	6,3	6,0	6,1	5,9	6,9	6,6	6,9	6,5	6,6	5,9	6,2	6,0
11.	0,5	5,5	10/2,8	6,5	4,5	7,5	5,5	8,0	6,0	9,0	8,0	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,0	8,0	9,5
12.	0,1	4,0	20/4,1	6,0	6,2	5,9	6,6	6,5	6,9	6,6	6,9	5,9	6,1	6,0	6,3	6,3	6,6	6,5	6,7
13.	0,5	4,5	25/5,0	9,5	8,0	7,0	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	8,0	9,0	6,0	8,0	5,5	7,5	4,5	6,5
14.	0,5	2,5	15/1,8	7,5	8,5	7,0	6,5	5,0	5,5	7,0	5,5	6,5	7,0	8,0	6,8	5,5	4,5	6,5	6,0
15.	0,5	1,5	10/1,4	7,0	4,5	6,5	8,0	7,5	6,5	8,5	6,8	5,0	6,5	5,5	6,0	6,5	5,5	7,0	7,0
16.	0,1	3,5	15/3,7	6,7	6,6	6,6	6,0	6,0	5,9	6,2	6,3	6,2	6,6	7,0	6,8	6,8	6,3	5,9	6,1
17.	0,1	5,5	20/4,2	6,6	6,6	6,6	6,0	6,0	5,9	6,2	6,3	6,5	6,5	6,9	6,7	6,9	6,3	5,9	6,1
18.	0,5	4,5	10/2,1	5,5	7,5	7,0	6,0	9,5	8,0	8,0	8,0	6,5	4,5	5,0	6,5	6,0	5,5	7,0	9,0
19.	0,1	2,5	25/3,3	6,1	5,9	6,3	6,9	6,7	6,9	6,5	6,5	6,3	6,2	5,9	6,0	6,0	6,6	6,6	6,6
20.	0,5	3,0	20/4,5	9,0	7,0	5,5	6,0	6,5	5,0	4,5	6,5	8,0	8,0	8,0	9,5	6,0	7,0	7,5	5,5
21.	0,5	1,5	20/3,1	7,0	7,0	5,5	5,5	6,0	5,5	6,5	5,0	6,8	8,5	6,5	7,5	8,0	6,5	4,5	7,0
22.	0,5	1,5	10/2,7	4,5	8,0	5,5	5,0	8,5	7,5	6,5	7,0	7,0	5,5	6,0	6,5	6,8	6,5	6,5	7,0
23.	0,1	5,0	15/1,3	6,6	6,0	7,0	6,2	6,2	6,0	6,6	6,7	6,1	6,3	6,8	6,6	6,3	5,9	6,8	5,9
24.	0,1	3,5	20/1,4	6,6	6,0	6,9	6,5	6,2	6,0	6,6	6,6	6,1	6,3	6,7	6,5	6,3	5,9	6,9	5,9
25	0,5	5,5	10/2,2	7,5	6,0	5,0	6,5	8,0	9,5	7,0	5,5	9,0	5,5	6,5	4,5	8,0	8,0	6,0	7,0
26	0,1	4,0	20/3,6	5,9	6,9	5,9	6,3	6,5	6,7	6,3	6,1	6,6	6,6	6,0	6,2	6,5	6,9	6,0	6,6
27.	0,5	4,5	25/3,9	7,0	6,0	8,0	8,0	4,5	6,5	5,5	9,0	5,5	7,0	9,5	8,0	6,5	5,0	6,0	7,5
28.	0,5	2,5	15/2,5	7,0	5,5	6,5	6,8	6,5	6,0	5,5	7,0	7,0	6,5	7,5	8,5	5,0	5,5	8,0	4,5
29	0,5	3,0	20/4,1	8,0	9,5	9,0	8,0	6,0	7,0	8,0	7,0	5,5	6,5	7,5	6,0	4,5	5,5	6,5	5,0
30	0,5	2,5	15/2,9	7,5	8,5	7,0	6,5	5,0	5,5	7,0	5,5	6,5	7,0	8,0	6,8	5,5	4,5	6,5	6,0
31.	0,1	2,5	25/1,5	6,1	5,9	6,3	6,9	6,7	6,9	6,5	6,5	6,3	6,2	5,9	6,0	6,0	6,6	6,6	6,6

Содержание отчета. При защите работы студент должен представить отчет и ответить на вопросы, предложенные преподавателем.

Контрольные вопросы

1. Что такое фильтрация?
2. Охарактеризуйте движение подземных вод в зонах аэрации и полного насыщения.
3. Что такое гидроизопьезы и гидроизогипсы?
4. Приведите основные расчётные формулы для определения характеристик фильтрационного потока

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ГРУНТОВОГО ПОТОКА К РАЗЛИЧНЫМ ВОДОЗАБОРАМ

Цель Закрепление теоретических знаний по гидрогеологии и приобретение практических навыков при расчетах производительности водозаборов и притоков к дренажным сооружениям.

Теоретическое обоснование

Дебит скважины (производительность водозабора) – объем воды, выдаваемый скважиной (водозабором) в единицу времени. Определяется объемным методом или специальным прибором (дебитометром, расходомером). Измеряется обычно в литрах в секунду или кубических метрах в сутки.

Депрессионная поверхность подземных вод – пьезометрическая поверхность напорных или свободная поверхность безнапорных вод снижающаяся к месту их выхода на поверхность земли; к месту протекания в более глубокие водопроницаемые породы; к пункту откачки (скважине, колодцу, шахте и др.).

В последнем случае депрессионная поверхность называется *депрессионной воронкой*.

Депрессионная кривая – линия, образованная пересечением вертикальной плоскостью депрессионной поверхности подземного потока по направлению его течения.

Динамический уровень – уровень подземных вод, снизившийся в следствие откачки или повысившийся в результате налива (нагнетания) воды в водоносный горизонт.

Дрена – подземный водосток, чаще всего труба, применяемая для осушения грунтов, для понижения высокого уровня грунтовых вод. Дрена

совершенного типа полностью прорезает осушаемый водоносный пласт и своим забоем доходит до водоупора, дрена несовершенного типа частично прорезает водоносную толщу.

Дренаж – метод осушения, обеспечивающий снижение уровня грунтовых вод различными дренами (горизонтальными или вертикальными). Чаще термин используется для горизонтального закрытого дренажа.

Дренажные системы – различного типа наземные и подземные сооружения для сбора и отвода поверхностных и подземных вод с целью осушения местности (горизонтальный, вертикальный, пластовый, систематический).

Дренаж комбинированный – сочетание горизонтальной дрены с рядом вертикальных дрен. Идея комбинированного дренажа заключается в использовании трубчатых колодцев для самоизлива дренируемых вод в горизонтальную дрену.

Дренаж пластовый – состоит в том, что защищаемое сооружение в подземной своей части окружено фильтрующей рубашкой из крупного фильтрующего материала. Рубашка предохраняет защищаемые конструкции от гравитационной и капиллярной воды. Дренаж пластовый применяется в слабопроницаемых грунтах, когда обычные дренажи линейного типа не дают водозащитного эффекта. Дренаж пластовый осуществляется одновременно с проведением строительных работ.

Дренаж систематический – система горизонтальных дрен-осушителей, расположенных параллельно друг другу. Дрены-осушители примыкают к дренам-собираателям или к магистральному коллектору, отводящему дренажные воды в водоприемник. Дренаж систематический может быть представлен рядом скважин.

Дренаж головной или нагорный – состоит из горизонтальной дрены, закладываемой по верхней по отношению к потоку подземных вод границе осушаемой территории.

Дренаж кольцевой (контурный) – обычно дренаж горизонтального типа, расположенный по контурам защищаемого участка.

Дренаж береговой – сходен по условиям работы с действием головного дренажа, захватывает подземные воды,двигающиеся от реки в сторону защищаемого участка.

Забой скважины (шурфа и др.) – поверхность, ограничивающая скважину снизу (дно скважины), перемещающаяся в процессе бурения (проходки).

Коэффициент водоотдачи μ – разность между полной влагоемкостью и объемной влажностью, остающейся в горной породе после свободного удаления гравитационной воды. Коэффициент водоотдачи определяет объем воды, который может свободно вытекать из водонасыщенной породы, измеряется в долях единицы.

Коэффициент проницаемости k_m – произведение коэффициента фильтрации водоносного горизонта на его мощность, м²/сутки.

Коэффициент проницаемости K_n – параметр, характеризующий газо- и гидропроводимость грунта, аналогичный коэффициенту фильтрации. Используется для вычисления расхода подземных потоков в том случае, когда расчеты ведутся для жидкостей, отличающихся от пресной воды. Определяется по формуле

$$K_n = \frac{\nu}{g} = K \frac{\mu^*}{\gamma}, \quad (1)$$

где K – коэффициент фильтрации, см/с; μ – коэффициент кинематической вязкости, см²/с; g – ускорение свободного падения, см/с²; μ^* – коэффициент динамической вязкости (абсолютная вязкость), г/см с; γ – удельный вес жидкости, г/см³, измеряется в единицах, называемых дарси.

Коэффициент уровнепроводимости a_y – параметр, характеризующий скорость распространения колебаний уровня грунтовых вод, вызванных изменением уровней воды на границе потока

$$a_y = \frac{k \cdot m_{cp}}{\mu}, \quad (2)$$

где k – коэффициент фильтрации, м/сут; m_{cp} – средняя мощность водоносного горизонта, м; μ – коэффициент водоотдачи (для песков $\mu=0,15-0,20$).

Коэффициент фильтрации k – скорость фильтрации при напорном градиенте, равном единице, м/сутки, см/с.

Откачка воды пробная – кратковременная откачка воды из скважины, колодца или другой выработки, проводимая для определения дебита скважины и качества воды с целью предварительной оценки водоносного горизонта.

Откачка воды опытная – откачка из скважины, шурфа, колодца и других выработок для определения коэффициента фильтрации пород, установления зависимости дебита от понижения уровня воды, скорости и величины развития воронки депрессии во времени, определения коэффициентов пьезопроводимости, уровнепроводимости, детальной оценки водоносного горизонта.

Откачка кустовая – разновидность опытной откачки, когда при отборе воды из опытной (центральной) скважины измеряются уровни, как в центральной так и в наблюдательных скважинах, расположенных на разных расстояниях от центральной.

Расчет производительности скважинного водозабора

Для выполнения работы необходимо ознакомиться с методическими указаниями, лекциями, рекомендуемыми учебниками по разделу “Гидрогеология”.

Расчеты производятся в следующем порядке:

1. Студенты получают топографические карты в масштабе 1:5000 (варианты 1–5, с. 38–43) на которые нанесена линия разреза 1–1;

2. Производится построение гидрогеологического разреза по той же методике, что и в лабораторной работе № 6 “Составление геологического разреза по скважинам”. Горизонтальный масштаб 1:5000, вертикальный 1:500. На разрезе выносятся синим цветом линия, соединяющая уровни воды в скважинах до откачки (статический уровень);

3. Строится депрессионная кривая в виде плавной линии, соединяющей динамические уровни воды в центральной (опытной) и наблюдательных скважинах. Опытные скважины являются совершенными по характеру и степени вскрытия водоносного горизонта;

4. Вычисляются гидрогеологические параметры после анализа построенного разреза по линии 1–1 и табл. 15 по соответствующим формулам (3)–(5);

5. Вычисляется производительность скважинного водозабора по (6).

Коэффициент фильтрации k для *напорных вод*, вскрытых совершенной скважиной с использованием данных о центральной (опытной) и одной наблюдательной скважины, вычисляют по формуле Дюпюи:

$$k = \frac{0,366Q}{(S_0 - S_1)m} \cdot \lg \frac{r_1}{r_0}, \quad (3)$$

где Q – дебит скважины, м³/сут; S_0 – понижение в центральной (опытной) скважине, м; S_1 – понижение в наблюдательной скважине, м; m – мощность напорного водоносного горизонта, м; r_0 – радиус центральной (опытной) скважины, м; r_1 – расстояние от центральной до наблюдательной скважины.

Для *безнапорных вод при откачке в аналогичных условиях*:

$$k = \frac{0,73Q \cdot \lg \frac{r_1}{r_2}}{(S_0 - S)(2H - S_0 - S_1)}, \quad (4)$$

где H – мощность безнапорного водоносного горизонта. Остальные обозначения приведены в формуле (3).

Таблица 15. Исходные данные для расчета гидрогеологических параметров

Вариант	Скважина, из которой производится откачка воды (Ц), и наблюдательные скважины	Радиус центральной скважины и расстояния до центральной, м	Понижение уровня при откачке, м	Дебит скважины, м ³ /сут
1	13 (Ц)	0,2	5	600
	12	125	0,20	
	14	150	0,15	
2	11 (Ц)	0,2	5	800
	10	225	0,15	
	12	275	0,10	

3	8(II) 7 9	0,2 170 200	3 0,25 0,20	1000
4	10(II) 13	0,2 310	4 0,2	850
5	8(II) 7	0,2 220	6 0,3	900

Коэффициент увнепроеводимости α_y определяется по формуле (2).

Радиус влияния скважины R определяется по приближенной формуле

$$R = 1,5 \sqrt{\alpha_y \cdot t}, \quad (5)$$

где t – время откачки, сутки, принимается равным (365 x 25).

Производительность скважинного водозабора Q определяется по формуле

$$Q = \frac{2\pi \cdot kmS_3}{\ln \cdot \frac{R}{r_0}} \quad (6)$$

где S_3 – эксплуатационное понижение, определяемое по условию: $S_3 \leq 0,5$ м; m – средняя мощность водоносного горизонта.

Гидрогеологические расчеты водопритоков к дренажным сооружениям

Осушение территории достигается при помощи искусственного понижения уровня подземных вод. Понижение может осуществляться либо непрерывно в течение длительного времени, либо иметь кратковременный характер (например, осуществляется только во время производства строительных работ). В первом случае оно достигается при помощи дренажных сооружений, во втором – при помощи средств строительного водопонижения. Выбор расчетных схем и методов гидрогеологических расчетов дренажей определяется их назначением, гидрогеологическими условиями территории, расположением в плане и типом дренажа. Важным является целесообразный выбор горизонта пониженного уровня подземных вод на дренируемых городских и промышленных территориях. В небольших населенных пунктах минимальная глубина залегания зеркала подземных вод от поверхности земли 2–2,5 м удовлетворяет санитарным условиям и требованиям благоустройства, для городов глубина эта должна быть не менее 3–4 м.

Данные для расчета двустороннего притока грунтовой воды к совершенной канаве берут из табл. 16

Таблица 16. Исходные данные для определения притока воды к совершенной канаве

Данные для расчета	Вариант				
	1	2	3	4	5
Абсолютные отметки:					
поверхности земли, ОТМ _{пов} , м	82,5	18,6	61,7	34,1	20,2
статического уровня УГВ _{ст} , м	–	16,2	60,9	–	–
динамического уровня при откачке УГВ _д , м	80,0	–	59,3	–	81,0
кровли водоупора У _{кв} , м	–	12,4	–	29,5	–
Мощность Н водоносного пласта, м	2,6	–	2,8	–	4,5
Глубина d залегания уровня грунтовых вод, м	1,3	–	–	0,9	3,6
Понижение уровня, S, м	–	2,1	–	2,4	–
Длина дрены, L, м	120	160	140	100	110
Коэффициент фильтрации к, м/сут	6,4	2,3	7,2	5,8	4,2

Расчет производится согласно рисунок 1 по формуле

$$Q = K L (H^2 - h^2) / R, \quad (7)$$

где Q – приток воды в пластовый дренаж, м³/сут; K – коэффициент фильтрации водоносного пласта, м/сут; L – длина дрены, м; H – мощность водоносного пласта, м; h = (H – S) – высота воды в траншее во время откачки, м; R – радиус влияния канавы, м, приближенно определяется по формуле Кусакина

$$R = 2S\sqrt{HK}. \quad (8)$$

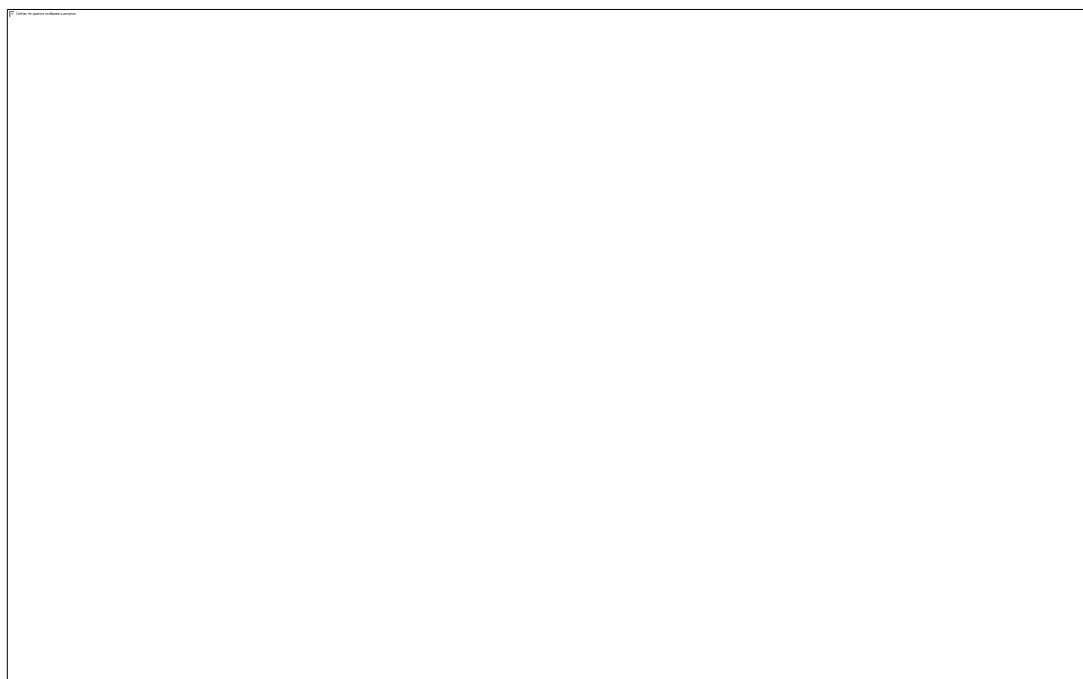


Рисунок 1 - Расчетная схема для определения притока воды к совершенной дрене – канаве при откачке грунтовой воды

Абсолютную отметку статического уровня, м, определяют как разность абсолютных отметок поверхности земли и глубины залегания уровня грунтовых вод

$$УГВ_{ст} = ОМ_{пов} - d. \quad (9)$$

Оборудование и материалы. Исходным материалом для выполнения работы являются данные, характеризующие грунтовый поток подземных вод и вид водозабора.

Задание.

Студенты должны выполнить следующее:

- усвоить основные термины и понятия;
 - построить гидрогеологический разрез по линии 1 – 1;
 - построить депрессионную кривую по результатам откачки из скважины;
 - вычислить параметры водоносного горизонта (удельный дебит, коэффициент фильтрации, коэффициенты водопроводимости и уровнепроводимости);
 - вычислить производительность скважинного водозабора и водопритоки к пластовому дренажу.
1. гидрогеологический разрез по линии 1 – 1;
 2. таблица, в которой приводятся исходные данные из, рассчитанные параметры и производительность водозабора (k , α_y , R , H , m , Q_3);
 3. результаты расчета дренажа.

Вопросы для защиты работы

1. Приведите схемы и расчетные формулы для определения расхода грунтового потока с наклонным и горизонтальным водоупором.
2. Приведите схемы и расчётные формулы для определения притока воды к вертикальным водозаборам.
3. Что такое воронка депрессии?
4. Приведите схемы и расчётные формулы для определения притока воды к горизонтальным дренам.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5

ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЬНОГО РАЗРЕЗА ПО ОСИ СООРУЖЕНИЙ

Цель Познакомить студентов с методикой построения профильных разрезов. Научить их правильно оценивать по профилям инженерно-геологические условия строительства.

Теоретическое обоснование

Инженерно-геологический разрез — графическая модель вертикального сечения исследуемой территории, отображающая ее пространственные структуры и свойства — компоненты инженерно-

геологических условий. В отличие от геологического или гидрогеологического разреза инженерно-геологический разрез должен отображать следующие компоненты: геологическое строение, тектоническое строение и трещиноватость пород, геоморфологическую структуру, гидрогеологическое строение, проявления экзогенных геологических процессов. Разрезы разделяются по масштабам. По результатам детальной инженерно-геологической разведки разрезы составляют по расчетным сечениям, осям и контурам сооружения с учетом наиболее полного освещения инженерно-геологических условий строительства объекта.

На инженерно-геологических разрезах при помощи условных обозначений должны быть показаны:

- геологические выработки (шурфы и скважины), их номера, отметки устья;
- инженерно-геологические слои (элементы);
- характер их залегания ;
- возраст грунтов;
- установившийся уровень грунтовых вод;
- прогнозируемый уровень грунтовых вод;
- места взятия проб грунта и воды;

Условные обозначения помещаются на свободном месте первого листа разрезов. На остальных листах делается ссылка на эти условные обозначения.

Инженерно-геологические разрезы, как правило, строятся только на основании проходки горных выработок и бурения скважин. Расположение разрезов на топографическом плане принимается с учетом наиболее полного освещения инженерно-геологических условий строительства объекта (по оси проектируемого здания или сооружения, при сложной конфигурации - по отдельным блокам, по сетке).

Разрезы строятся в направлении с юго-запада, запада, северо-запада на северо-восток, восток, юго-восток. Разрезы меридионального направления берут начало на юге. Угол поворота линии разреза на топографическом плане не должен превышать 90° . Линиям разрезов присваиваются номера, обозначенные римскими цифрами по концам линий. Каждый разрез должен иметь типовой заголовок, например, «Разрез по линии I - I». Слева разрез ограничивается линейным вертикальным масштабом (шкалой абсолютных отметок). За величину основания линейного масштаба принимается 1 см. Снизу разрезы следует ограничивать горизонтально расположенной колонкой с высотой каждой строки 1 см.

На колонке слева от разреза даются наименования строк: «Вид и номер выработки», «Отметки устья, м», «Расстояние между выработками, м». Масштаб разрезов по горизонтали должен соответствовать масштабу топографической основы, по вертикали же - отличаться не более чем в 10 раз. Наиболее распространенный вертикальный масштаб 1:100, реже 1:50 или 1:200. Глубина освещения инженерно-геологических условий разрезами должна соответствовать глубине пройденных выработок (но быть не менее мощности активной зоны основания сооружения).

Построение геологического разреза начинается с вычерчивания топографического профиля по соответствующей линии (оси). Затем на этот профиль наносят вертикальные линии, изображающие шурфы и буровые скважины. Небольшими горизонтальными штрихами показывают границы распространения тех или иных инженерно-геологических слоев (элементов по вертикали). Затем штрихи, изображающие границы одинаковых грунтов в соседних геологических выработках, соединяют плавными линиями, т. е. производят графическую интерполяцию данных, полученных в отдельных точках (шурфах и скважинах). Если слой, обнаруженный в одной выработке, отсутствует в соседней выработке, то на разрезе изображается его постепенное выклинивание к середине расстояния между скважинами. У вертикальных линий, изображающих скважины и шурфы, указываются отметки и глубины залегания по вертикали различных слоев.

Инженерно-геологические слои (элементы) выделяются в соответствии учета их возраста, происхождения, текстурно-структурных особенностей или физического состояния и номенклатурного вида. При этом используются следующие показатели свойств грунтов: для крупнообломочных - зерновой (гранулометрический) состав и дополнительно общая влажность и влажность заполнителя (для крупнообломочных грунтов с глинистым заполнителем); для песчаных - зерновой состав, коэффициент пористости и дополнительно влажность для пылеватых песков; для глинистых грунтов - характеристики пластичности (пределы и число пластичности), коэффициент пористости и влажность.

Возможно объединение двух соседних слоев одного номенклатурного вида (например, суглинков) в один инженерно-геологический элемент при наличии идентичности их физико-механических свойств или же, наоборот, разделение одного слоя на два и более элементов, если свойства внутри слоя различны. Инженерно-геологическим слоям (элементам), начиная с более поздних (молодых) отложений, дается нумерация арабскими цифрами. На каждом слое приводятся характеристики основных инженерно-геологических свойств грунта: модуль деформации E , угол внутреннего трения ϕ , удельное сцепление C , удельный вес γ . Границы слоев обозначаются линиями толщиной 0,3...0,5 мм в соответствии с приложением Д (сплошными или пунктирными в зависимости от их обоснованности).

Литологический состав грунтов изображается штриховыми знаками в соответствии с условными обозначениями. На фоне обозначений литологического состава редкими наложенными знаками показываются дополнительно наиболее характерные диалогические особенности пород (гумусированность, иловатость, песчанистость и т.д.). На разрезах, сложенных просадочными грунтами, указывается (сплошной линией толщиной 1 мм) и подписывается граница просадочной толщи при нагрузке 0,3 МПа или других принятых нагрузках. Кроме того, в соответствующих условных обозначениях на инженерно-геологических разрезах могут быть показаны особенности залегания слоев грунтов, элементы тектоники,

геоморфологии и физико-геологических явлений и процессов, имеющих место на данной территории.

При расчленении пород по возрасту следует руководствоваться принципами стратиграфической классификации, утвержденной межведомственным федеральным стратиграфическим комитетом и местными (региональными) стратиграфическими схемами, принятыми государственной геологической службой для данной территории. Возраст и генезис грунтов обозначают буквенными и цифровыми индексами в соответствии с принятой индексацией. На разрезах по каждой выработке, вскрывшей воду, отмечаются установившиеся уровни подземных вод; для напорных вод изображаются также уровни их появления. Положение уровня подземных вод на разрезах показывается пунктирной линией толщиной 0,5 мм, которая характеризует уровни по отдельным выработкам, пройденным в одном сезоне. Максимальный прогнозируемый уровень подземных вод отмечается штрихпунктирной линией толщиной 1 мм с указанием отметки. На разрезах, пересекающих поверхностные водотоки и водоемы, указываются отметки уровня поверхностных вод на момент изысканий. Условные обозначения помещаются на свободном месте первого листа разрезов. На остальных листах делается ссылка на эти условные обозначения. Скважины, точки опытных работ вычерчиваются на разрезах сплошными линиями с указанием глубины исследования и пунктирными линиями, если они снесены на разрез. Места взятия проб грунта и воды, точки проведения полевых испытаний грунтов изображаются на разрезах на соответствующих глубинах принятыми условными знаками.

Оборудование и материалы. Таблицы с данными для построения профильных инженерно-геологических разрезов (абсолютные отметки устьев скважин и подошвы стратиграфических горизонтов, значения коэффициентов фильтрации, мощности пластов (Н,м) и пористости грунтов).

Задания

Линии профилей выбираются в общем случае с таким расчетом, чтобы они охватили максимальное количество опорных, наиболее хорошо изученных разрезов или проходили по оси сооружения. Последнее имеет место в данной лабораторной работе. Построение профилей рекомендуется проводить в следующем порядке:

1. В нижней части рисунка сделать три строки для характеристики скважин и указания расстояний между ними.
2. Наметить начало профиля и отложить вправо длину разреза в принятом масштабе.
3. У начала разреза построить шкалу абсолютных отметок с таким расчетом, чтобы максимальная отметка была несколько выше верхней точки рельефа, а минимальная ниже забоя самой глубокой скважины.
4. Для построения топографического профиля от левой шкалы по горизонтальному направлению отложить расстояния до каждой скважины, нанести положение стволов скважин и провести вертикальный штрих в

верхней из трех строк, расположенных внизу рисунка. Под штрихами указать номера скважин, а ниже - абсолютные отметки их устьев.

5. Нанести на стволы скважин абсолютные отметки устья скважин, и, соединив все точки плавными линиями, получить топографический профиль поверхности земли по заданному направлению.

6. На отмеченные стволы скважин нанести колонки буровых скважин. При крупном масштабе разреза ствол скважин обозначают двумя вертикальными отрезками, в остальных случаях – одним.

7. На нижнем конце отрезка, соответствующем абсолютной отметке нижней точки пробуренной скважины (забою), поставить короткий поперечный штрих. Справа от штриха записать абсолютную отметку забоя, вычисляемую как разность между абсолютной отметкой устья и глубиной скважины.

8. Вдоль линии скважины разметить границы слоев и проставить их абсолютные отметки, которые вычисляют как разность абсолютной отметки устья скважины и глубин залегания соответствующих слоев.

9. В интервале каждого слоя (на полосе шириной 1, 2 см) условными обозначениями, отметить карандашом состав и относительный возраст и фациальную принадлежность пород.

10. Соединить разновозрастные границы слоев.

Прежде чем проводить границы слоев на разрезе, следует восстановить в общих чертах доступную нам историю геологического развития изучаемого участка. Рассматривая стратиграфическую колонку и колонки скважин на разрезе, видим, что наиболее древними породами, вскрытыми скважинами, являются кембрийские известняки. Между ними и залегающими выше верхнеюрскими глинами и аргиллитами имеется стратиграфический перерыв, во время которого происходило разрушение известняков и формировался рельеф, поверхность которого могла иметь сложную форму.

В послекамменноугольное (иногда в посленюрское) время вплоть до начала четвертичного периода осадконакопления на данном участке не происходило.

В нижнечетвертичное время по пониженным частям рассматриваемой территории проходил ледниковый поток, частично разрушивший юрские глины и даже каменноугольные известняки. После таяния и отступления ледника образовались ледниковые отложения, представленные валунными суглинками, и флювиогляциальные образования в виде крупных песков с гравием и галькой (fgQ_2). В верхнечетвертичное время река размывала водноледниковые отложения (частично), а затем оставила свои аллювиальные (Q_3). Позже уровень реки несколько раз менялся, в результате чего были частично размывы верхнечетвертичные осадки, затем отложены современные (aQ_4).

Сделав этот анализ, на разрезе необходимо провести возрастные границы, то есть выделить площади с одноименными индексами. Проще всего ограничить слой C_3 , сложнее оконтурить линзы Q_3 и Q_4 .

Увязывая все разрезы, попадающие на профиль, можно получить картину изменений литологического состава и условий образования пород, залегающих в основании сооружений. На законченных инженерно-геологических профилях соответствующими условными обозначениями следует нанести горизонты, различающиеся по условиям образования, и литологию пород.

11. Горизонтальный масштаб берется, как правило, в несколько раз меньше, чем вертикальный. Например, горизонтальный масштаб берется 1:200000, а вертикальный – 1:1000 или 1:5000.

Для построения профилей предлагается использовать приведенные ниже варианты заданий (Таблица 17).

Таблица 17 - Варианты заданий

Скв. 1 Альтитуда устья 129 м				
№ слоя	Индекс возраста и генетического типа	Описание пород	Мощность слоя, м	Альт. подошвы слоя, м
1	pQ ₂	Суглинки с обломками щебня	6	123
2	gQ ₂	Суглинки валунные	5	118
3	f Q ₂	Пески светлые кварцевые	3	115
4	gQ ₂	Суглинки валунные	2,5	112,5
5	mC ₃	Известняки плотные белые	5,5	107
Скв. 2 Альтитуда устья 115 м				
1	a Q ₃	Пески, суглинки, супеси	6	109
2	a Q ₃	Пески косослоистые с гравием	3	106
3	m J ₃	Глины	5	101
4	mC ₃	Известняки плотные белые	7	94
Скв. 3. Альтитуда устья 122,5				
1	gQ ₂	Суглинки валунные	4,5	118
2	f Q ₂	Пески рыхлые кварцевые	4	114
3	gQ ₂	Суглинки валунные	2,5	111,5
4	m J ₃	Глины черные пластичные	5	106
5	mC ₃	Известняки плотные белые	6	100
Скв.4. Альтитуда устья 126,5				
1	g Q ₂	Суглинки валунные	4,5	122
2	f Q ₂	Пески серые кварцевые	3	119
3	g Q ₂	Суглинки валунные	2	117
4	m J ₃	Глины черные плотные	4,5	112,5
5	m C ₃	Известняки светлые крепкие	6	106,5
Скв. 5. Альтитуда устья 123 м				
1	gQ ₂	Суглинки валунные	4	119
2	f Q ₂	Пески серые кварцевые	3	116
3	g Q ₂	Суглинки валунные	2,5	113,5
4	m J ₃	Глины черные плотные	3	110,5
5	m C ₃	Известняки светлые крепкие	5	105,5
Скв.6 Альтитуда устья 122м				
1	g Q ₂	Суглинки валунные	4	118

2	f Q ₂	Пески серые кварцевые	5	113
3	gQ ₂	Суглинки валунные	5	108
4		Глины черные плотные	3	105
	m C ₃	Известняки серые органогенные	4,5	100,5

Скв.7Альтитуда устья 110м

1	a Q ₄	Супеси,суглинки,пески	4	106
2	a Q ₄	Гравелиты, пески	8	98
3	m C ₃	Известняки белые органогенные	4	94

Скв. 8. Альтитуда устья 117 м

1	a Q ₃	Супеси,суглинки	3	114
2	a Q ₄	Пески косослоистые с гравием	7	107
3	m J ₃	Глины черные аргиллитоподобные	8	99
4	mC ₃	Известняки плотные белые	5	94

Скв. 9. Альтитуда устья 128

1	gQ ₂	Суглинки валунные	4	124
2	f Q ₂	Пески рыхлые кварцевые	3	121
3	gQ ₂	Суглинки валунные	4	117
4	m J ₃	Глины черные пластичные	5,5	111,5
5	mC ₃	Известняки плотные белые	6	105,5

Скв10. Альтитуда устья 121,5

1	b Q ₄	Торф	0,5	121
2	l Q ₃	Глины темно-серые пластичные	1	120
3	f Q ₂	Пески серые кварцевые	2	118
4	gQ ₂	Суглинки валунные	4	114
5	m J ₃	Глины черные плотные	3	111
6	m C ₃	Известняки светлые крепкие	5	106

Скв.11. Альтитуда устья 124 м

1	gQ ₂	Суглинки пластичные валунные	5	119
2	f Q ₂	Пески серые кварцевые	2	117
3	gQ ₂	Суглинки валунные	7	110
4	m C ₃	3. Известняки серые органогенные	5	103

Скв. 12 Альтитуда устья 109м

1	b Q ₄	Торф	1	108
2	a Q ₄	Косослоистые пески	2	106
3	a Q ₄	Гравелиты, пески	8	98
4	m C ₃	Известняки серые плотные	4	94

Скв.13 Альтитуда устья 120м.

1	f Q ₂	Пески серые кварцевые	3	117
2	gQ ₂	Суглинки валунные	7	110
3	m J ₃	Аргиллиты черные	4	106
4	m C ₃	Известняки серые плотные	4,5	101,5

Скв.14 Альтитуда устья 126 м

1	pQ ₂	Суглинки с обломками щебня	6	120
2	gQ ₂	Суглинки валунные	5	115
3	f Q ₂	Пески светлые кварцевые	3	112
4	mC ₃	Известняки плотные белые	4	108

Таблица 39 - Варианты заданий

№ варианта	№№ скважин	№варианта	№№ скважин	№варианта	№№ скважин
1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	7	7, 6, 5, 4, 3, 2, 1	13	13, 11, 9, 7, 5, 3, 1
2	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14	8	8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	14	14, 13, 12, 11, 10, 9, 8

3	3,5,7,9,11,13,1	9	9, 11, 13, 3, 5, 7, 1	15	11, 8, 12, 13, 1, 6, 7
4	4, 7, 10, 13, 1, 4, 8	10	10, 13, 4, 1, 7, 8, 12	16	12, 14, 11, 4, 9, 6, 8
5	5,7,11,14, 3, 13, 9	1	11, 1, 7, 5, 3, 13, 14	17	13, 4, 6, 8, 5, 4, 3, 10
6	6, 8, 10, 12, 14, 4, 2	12	12, 10, 14, 8, 6, 2, 4	18	14, 11, 12, 7, 5, 3, 9

Содержание отчета. В отчете следует отразить: цель работы, краткое теоретическое обоснование; построить профиль в соответствии с требованиями к геологической графике.

При защите работы студент должен представить отчет и ответить на вопросы, предложенные преподавателем.

Контрольные вопросы

1. Какими знаками, на инженерно-геологических профильных разрезах, показывают литологический состав грунтов?
2. В каком порядке рекомендуется проводить описание профилей?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6 СКАЛЬНЫЕ, ДИСПЕРСНЫЕ, МЕРЗЛЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ ГРУНТЫ

Цель. Ознакомиться с основными свойствами пород; в методических указаниях приводятся методика графической обработки фактического материала.

Теоретическое обоснование. Скальные грунты-структуры с жесткими кристаллическими связями (гранит, известняк). Класс включает в себя две группы грунтов:

- 1) скальные, куда входит три подгруппы пород - магматические, метаморфические, осадочные сцементированные и хемогенные
- 2) полускальные в виде двух подгрупп- магматические излившиеся и осадочные породы типа мергеля и гипса.

Деление этого класса на типы основано на особенностях минерального состава, например, силикатного типа – гнейсы, граниты, карбонатного - мрамор, хемогенные известняки. Дальнейшее разделение грунтов на разновидности проводится по свойствам: по прочности - гранит – очень прочный, вулканический туф - менее прочный; по растворимости в воде – кварцит - очень водостойкий, известняки - неводостойкий.

Дисперсные грунты. В этот класс входят только осадочные горные породы. Класс разделяется на две группы-связных и несвязных грунтов. Для этих грунтов характерны механические и водно-коллоидные структурные связи. Связные грунты делятся на три типа - минеральные (глинистые образования), органо-минеральные (илы, сапропели) и органические (торфы). Несвязанные грунты представлены песками и крупнообломочными

породами (гравий, щебень) В основу разновидностей грунтов положены плотность, засоленность, гранулометрический состав и др. показатели.

Мерзлые грунты – имеют криогенные структурные связи, т.е. цементом грунтов является лед. В состав класса входят практически все скальные, полускальные и связные грунты, находящиеся в условиях отрицательных температур. К этим трем группам добавляется группа ледяных грунтов в виде надземных и подземных льдов. Разновидности мерзлых грунтов оцениваются по льдистым (криогенным) структурам, засоленности, температурно-прочностным свойствам и др.

Техногенные грунты - представляют собой, с одной стороны, природные породы – скальные, дисперсные, мерзлые, которые были подвергнуты физическому или физико-химическому воздействию, а с другой стороны, искусственные минеральные и органоминеральные образования, сформировавшиеся в процессе бытовой и производственной деятельности человека. В отличие от других классов этот класс вначале разделяется на три подкласса, а уже после этого каждый подкласс, в свою очередь, распадается на группы, подгруппы, типы, виды и разновидности грунтов. Разновидности техногенных грунтов выделяются на основе специфических особенностей свойств.

Скальные грунты-структуры с жесткими кристаллическими связями (гранит, известняк). Класс включает в себя две группы грунтов: 1) скальные, куда входит три подгруппы пород- магматические, метаморфические, осадочные сцементированные и хемогенные 2) полускальные в виде двух подгрупп- магматические излившиеся и осадочные породы типа мергеля и гипса. Деление этого класса на типы основано на особенностях минерального состава, например, силикатного типа – гнейсы, граниты, карбонатного - мрамор, хемогенные известняки. Дальнейшее деление грунтов на разновидности проводится по свойствам: по прочности- гранит – очень прочный, вулканический туф - менее прочный; по растворимости в воде – кварцит - очень водостойкий, известняк - неводостойкий.

Класс скальных грунтов включает в себя группу скальных и полускальных грунтов и объединяет магматические, метаморфические и осадочные породы. На равнинах скальные грунты обычно располагаются на некоторой глубине под толщей осадочных пород, на поверхность земли они выходят редко. Широкое развитие эти грунты имеют в горных районах, где располагаются на поверхности земной коры. Скальные грунты обладают монолитностью, находятся в плотном состоянии и имеют высокую прочность за счет кристаллических структурных связей. Верхняя часть массивов, контактирующая с атмосферой, обычно бывает разрушена вследствие воздействия процесса выветривания. Эта разрушенная зона называется корой выветривания и характеризуется величиной k -степень выветрелости, которая определяется сопоставлением плотности выветрелого скального грунта с «материнской (невыветрелой) частью скального массива.

Скальные грунты в силу глубокого залегания в земной коре редко служат основанием сооружений. Когда это происходит, то объект лучше

опирать на материнскую породу т.е. фундаменты должны прорезать кору выветривания. Фундаменты можно опирать и на кору выветривания, но для этого ее следует упрочнять каким-либо методом технической мелиорации грунтов.

Оборудование и материалы. План расположения скважин. Скальные грунты-структуры с жесткими кристаллическими связями (гранит, известняк). Классы включающие в себя две группы грунтов.

Задания

При выполнении работы о возведении сооружения на скальных грунтах следует учитывать: а) скальные грунты при небольших нагрузках например от гражданских зданий, практически не сжимаются, но под действием очень больших нагрузок и в течение длительного времени они могут проявлять реологические свойства;

б) для скальных грунтов способных к растворению в воде, необходимо установить степень растворимости: труднорастворимые- известняки, доломиты, известковые конгломераты и песчаники; среднерастворимые- гипс, ангидрит; легкорастворимые- каменная соль.

в) прочность скальных грунтов изменяется в широких пределах и зависит от того находятся эти породы в виде монолита или являются трещиноватыми. Трещиноватость снижает прочность скальных пород. К снижению прочности всех магматических пород приводит наличие слюд, в особенности биотита. Базальты отличаются высокой плотностью (до 3-3.3 г/см) и прочностью R_c до 300-350 МПа. Однако прочность резко падает у базальтов с пузырьчатой текстурой, пористость которых может составлять до 50%.

Содержание отчета. В отчете следует отразить цель работы, привести краткое теоретическое обоснование, классификации грунтов, и, проанализировав предложенные варианты графиков возведения сооружения на скальных грунтах во времени, сделать заключение о типе грунтов.

При защите работы студент должен представить отчет и ответить на вопросы, предложенные преподавателем

Контрольные вопросы.

1. Класс скальных грунтов
2. Скальные грунты-структуры с жесткими кристаллическими связями
3. Дисперсные грунты
4. Мерзлые грунты
5. Техногенные грунты

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 7

ГЛИНИСТЫЕ ГРУНТЫ, ЛЕССОВЫЕ ПОРОДЫ, "СЛАБЫЕ" ГРУНТЫ

Цель Ознакомиться с основными свойствами грунтов; в методических указаниях приводятся описания глинистых грунтов, лессовых пород, "слабых" грунтов.

Теоретическое обоснование

Глинистые – связные грунты, состоящие из частиц крупностью менее 0,005 мм, имеющих в основном чешуйчатую форму, с небольшой примесью мелких песчаных частиц. В отличие от песков глины имеют тонкие капилляры и большую удельную поверхность соприкосновения между частицами. Так как поры глинистых грунтов в большинстве случаев заполнены водой, то при промерзании глины происходит ее пучение.

Глинистые грунты делятся в зависимости от числа пластичности на глины (с содержанием глинистых частиц более 30%), суглинки (10...30%) и супеси (3...10%).

Несущая способность глинистых оснований зависит от влажности, которая определяет консистенцию глинистых грунтов. Сухая глина может выдерживать довольно большую нагрузку.

Тип глинистого грунта зависит от числа пластичности, разновидность – от показателя текучести.

Лёссовые и лёссовидные – глинистые грунты с содержанием большого количества пылеватых частиц (содержат более 50% пылевидных частиц при незначительном содержании глинистых и известковых частиц) и наличием крупных пор (макропор) в виде вертикальных трубочек, видимых невооруженным глазом. Эти грунты в сухом состоянии имеют значительную пористость - до 40% и обладают достаточной прочностью, но при увлажнении способны давать под нагрузкой большие осадки. Они относятся к просадочным грунтам (под действием внешних факторов и собственного веса дают значительную просадку) и при возведении на них зданий требуют надлежащей защиты оснований от увлажнения. С органическими примесями (растительный грунт, ил, торф, болотный торф) неоднородны по своему составу, рыхлы, обладают значительной сжимаемостью.

В качестве естественных оснований под здания непригодны (при увлажнении полностью теряют прочность и возникают большие, часто неравномерные, деформации - просадки). При использовании лёсса в качестве основания необходимо принимать меры, устраняющие возможность его замачивания.

Слабыми принято называть молодые (в геологическом понимании) наносы различного состава и генезиса, которые не получили в естественных условиях достаточного уплотнения. Понятие слабый грунт в современной технической литературе трактуется довольно широко. По условиям

образования и залегания эти грунты можно разбить на три группы: морские и озерные отложения образующие слоистые толщи (пески, супеси, суглинки, глины, органогенные и минеральные илы); покровные отложения, залегающие на плоских участках, на склонах и под склонами (торфяники, глинистый элювий коренных пород, размоченный лёсс, делювиальные отложения склонов, пролювий конусов выноса); техногенные отложения, залегающие в форме бугров, терриконов или во впадинах рельефа, в оврагах, карьерах в форме карманов (городская свалка, культурные слои старых городов, отвалы промышленных отходов, накопления хвостохранилищ и т.п.).

Слабые грунты особенно широко распространены в районах северо-запада СССР, в недавнем геологическом прошлом освободившихся от ледникового покрова последнего континентального оледенения, в условиях избыточного увлажнения и затрудненного стока подземных и поверхностных вод. Эти грунты образуют залежи на дне и по берегам морей и озер, в поймах и дельтах рек, на заболоченных водоразделах. Суммарная мощность толщ слабых грунтов сравнительно невелика, обычно не более 20—30 м; в ряде районов она достигает 50 м. Слабые грунты обычно водонасыщены, имеют весьма высокую влажность ($\omega > \omega_L$), большую пористость и весьма большую сжимаемость; они чувствительны к воздействию вибрации и других факторов, связанных со строительным производством.

На территории многих городов северо-запада СССР, в частности Ленинграда, слабые грунты распространены почти повсеместно. Здания и сооружения, построенные в этих городах еще в дореволюционное время на ленточных фундаментах из бутового камня, а также на коротких деревянных сваях, получили осадки порядка десятков сантиметров. Развитие осадки продолжалось в течение многих лет после завершения строительства и обычно приводило к повреждениям кладки стен.

В условиях слабых грунтов современные крупнопанельные каркасные и кирпичные дома возводят на сваях, которые погружают в плотный подстилающий грунт. Длина таких свай обычно составляет 9—15 м, а под некоторыми зданиями — 32 м. Однако и длинные сваи по ряду причин не гарантируют от возможного развития неравномерных осадок.

Устройство фундаментов в условиях существующей застройки на слабых глинистых грунтах

Слабые глинистые грунты — глины, суглинки, супеси, имеют высокую влажность ($\omega > 0,5$), большую пористость ($e > 1$), модуль деформации примерно 1 — 10 МПа, низкую водопроницаемость. При воздействии вибрации прочность этих грунтов понижается, т.е. проявляются тиксотропные свойства. Осадки зданий, возведенных на таких грунтах, развиваются в течение десятков лет и достигают больших величин. В районах северо-запада нашей страны распространены ленточные глины — поздние и послеледниковые отложения пресноводных бассейнов. Эти грунты имеют характерную (ленточную) текстуру; т.е. состоят из большого числа тонких слоев песчаного и глинистого материала, ритмично сменяющих

друг друга, поэтому водопроницаемость грунта по вертикали (поперек слоистости) значительно меньше, чем по горизонтали. Распределение влажности в толще ленточных глин закономерно (рис. 2): в середине толщи влажность заметно больше, чем в периферийных частях, поэтому грунт на глубине 2—3 м и более заметно слабее залегающего у поверхности. Ленточные глины обладают большой пучинистостью при промораживании.

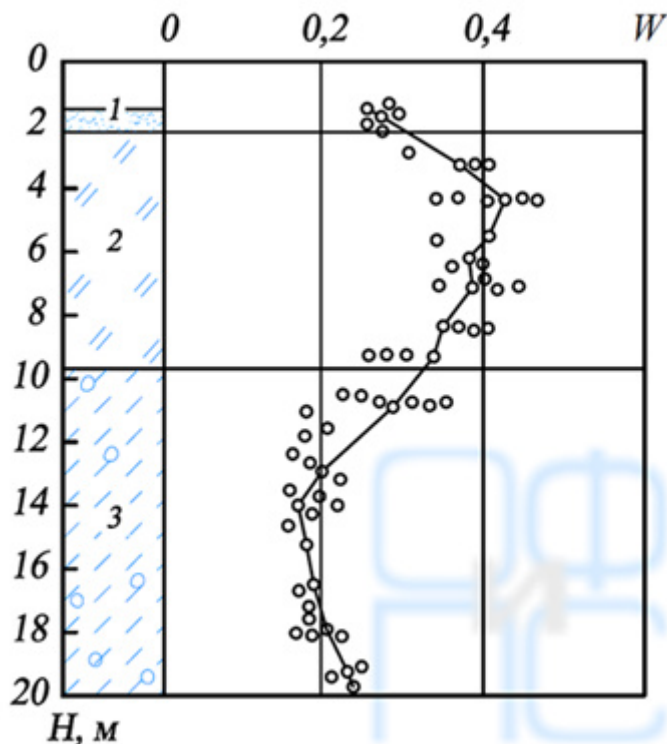


Рисунок 2 - Кривая распределения влажности в слоях слабых и подстилающих грунтов (основание здания гостиницы «Россия» в Ленинграде)

1 — насыпной грунт (взамен торфа); 2 — ленточные глины; 3 — моренный суглинок — относительно плотный грунт

Кроме того, эти глины особенно чувствительны к перемятию, т.е. резко изменяют свойства при различных технологических воздействиях. Поэтому, как рекомендовал в свое время Б.Д. Васильев, при разработке котлованов в этих грунтах требуется применять особые меры предосторожности. Разработка котлованов возле фундаментов на ленточных глинах весьма опасна.

Дополнительные осадки фундаментов на ленточных глинах могут быть учтены расчетом при проектировании. При этом, как показывает опыт, следует использовать результаты лабораторных испытаний, принимая значения коэффициента сжимаемости грунта в том диапазоне компрессионной кривой, который соответствует изменению напряженного состояния основания при возведении нового здания.

Ленточные глины в большой степени подвержены морозному пучению, поэтому при зимнем производстве работ в котлованах, вскрывающих ленточные глины, необходимо надежно утеплять существующие фундаменты. Для предотвращения выдавливания глины из-под подошвы

фундаментов старых домов следует, как правило, применять технологический шпунт, погружаемый на 2—4 м ниже дна котлована.

Если строительный котлован разрабатывается ниже подошвы существующих фундаментов, применение ограждающего шпунта обязательно.

Сваи и шпунты легко проникают в ленточные глины, поэтому суммарное динамическое воздействие на основание бывает сравнительно невелико. Известны случаи, когда для проходки слоя ленточных глин толщиной 5 м требовалось всего 30—40 ударов механического молота. Однако сваи и шпунты, ближайшие к существующему фундаменту, должны отстоять от него не менее чем на 2 м, а фронт свайных работ должен быть направлен в сторону существующих фундаментов.

При разработке проектов фундаментов при наличии ленточных глин необходимо иметь данные детальных изысканий, достоверно устанавливающих глубину заложения подошвы фундаментов существующих зданий по всей линии примыкания. Если в материалах изысканий эти данные отсутствуют, возможен выпор грунта. К примеру, в Ленинграде на ул. Куйбышева в 1978 г. при разработке котлована для устройства фундамента здания цеха возле заселенного трехэтажного дома в последнем образовались опасные деформации. Оказалось, что этот дом состоял из двух частей разновременной постройки: в одной части подошва фундаментов была заглублена на 0,5 м больше, чем под другой, где фундамент при изысканиях был вскрыт шурфом. В результате развился выпор грунта, жильцы были в срочном порядке выселены и здание разобрано, так как из-за полученных повреждений его капитальный ремонт оказался невозможен.

Водонасыщенные рыхлые пески (аллювиальные, озерно-морские и другие) в условиях статического нагружения не получают больших деформаций, поэтому осадки зданий высотой, до 6—7 этажей на этих грунтах обычно не имеют опасного развития. Однако выполнение строительных работ в непосредственной близости от таких зданий может существенно изменить картину. Например, в районе Большой Охты в Ленинграде в 1979 г. при разработке котлована и забивке свай два здания, постройки 60-х годов получили сильные повреждения из-за неравномерной дополнительной осадки водонасыщенных песков (рис. 2).



Рисунок 3 - Здание, получившее аварийные повреждения в результате забивки свай в соседнем строительном котловане (фото 1979 г.)

Сваи, погружаемые вибрированием или забивкой (механическим молотом, дизель-молотом) в рыхлые водонасыщенные пески, должны располагаться на достаточном удалении от существующих фундаментов. Исследования, проведенные ВНИИГСом и ГПИ Фундамент проект, показали, что безопасным является расстояние 20 м. Большее приближение к существующему фундаменту требует проведения специальных виброметрических исследований при проведении инженерно-геологических изысканий и виброметрического контроля в период свайных работ.

На участке, приближенном к существующим фундаментам, уместно применение свай, погружаемых вдавливанием, а также винтовых и буронабивных свай. Разбуривание полостей для устройства буронабивных свай, даже под глинистым раствором, в рыхлых водонасыщенных песках около существующих фундаментов небезопасно. В этих условиях наиболее рационально применение стальных обсадных труб, оставляемых в скважинах, и подводное бетонирование без откачивания воды из полости. Такой метод был успешно использован в Ленинграде при устройстве фундаментов здания гостиницы «Москва» в непосредственной близости от ранее возведенной станции метрополитена (проект Ленинградского отделения ГПИ Фундаментпроект).

В водонасыщенных рыхлых песках применение глубинного водоотлива при наличии зданий возле котлована является нежелательной мерой, так как понижение уровня подземных вод на длительный период времени вызывает уплотнение грунта и развитие дополнительной осадки. В силу этих причин применение постоянных дренажных устройств на застроенных территориях,

приводящие к понижению уровня подземных вод на несколько метров, недопустимо.

Оборудование и материалы. Исходными данными являются результаты химического анализа подземных вод.

Задание

1. Рассчитать распределение влажности в толще ленточных глин (рис. 6.1): в середине толщи влажность заметно больше, чем в периферийных частях, поэтому грунт на глубине 2—3 м и более заметно слабее залегающего у поверхности.

Содержание отчета.

В отчете следует отразить: цель работы, краткое теоретическое обоснование, результаты распределения влажности в толще ленточных глин.

При защите работы студент должен представить отчет и ответить на вопросы, предложенные преподавателем.

Контрольные вопросы.

1. Водонасыщенные рыхлые пески
2. Ленточные глины
3. Кривая распределения влажности в слоях слабых и подстилающих грунтов

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОГЕННЫХ ГРУНТОВ

Цель. Изучить интенсивность и характер изменений в природной геологической обстановке, которые будут зависеть как от вида инженерного воздействия, так и от некоторых особенностей самой геологической обстановки. В указаниях приводятся особенности инженерно-геологических техногенных грунтов

Теоретическое обоснование

Естественная геологическая обстановка строительства в освоенных человеком районах всегда в той или иной степени изменена. Особенно радикальные изменения связаны с горными работами, крупными гидротехническим и городским строительством. Условия эксплуатации существующих сооружений и возведения новых в таких районах складываются из совокупности природных условий и условий, созданных

человеком в процессе строительства и возникающих в результате взаимодействия инженерных сооружений с геологической средой. Интенсивность и характер изменений в природной геологической обстановке, очевидно, будут зависеть как от вида инженерного воздействия, так и от некоторых особенностей самой геологической обстановки. Поэтому явления искусственного изменения этой обстановки, т.е. инженерно-геологические явления, отличаются очень большим разнообразием. Остановимся на тех явлениях, которые возникают при разработке месторождений полезных ископаемых открытым или подземным способом.

Эти явления называются горно-геологическими. С проведением горных выработок первичное напряженное состояние и условия равновесия горных пород в массиве нарушается. Это происходит в результате перераспределения напряжений, приводящих к появлению очагов концентрации напряжений в одних местах и ослаблению в других. В условиях неоднородных в отношении структурно-механических характеристик массивов пород картина перераспределения напряжений представляется значительно более сложной. В новой обстановке напряженного состояния, вызванной проведением выработок, горные породы деформируются тем интенсивнее, чем ниже их показатели прочности. При наличии вблизи выработок (в их кровле) высокопрочных пород они будут поддерживать вес вышележащих пород, и, таким образом, аккумулировать большие запасы потенциальной энергии деформирования пород. Горно-геологические явления при подземных работах. Деформации вследствие нарушения естественного напряженного состояния массива при проведении горных выработок могут появиться сразу же после проведения выработки или же по истечении некоторого времени, необходимого для образования значительного пролета выработки, развитие необратимых деформаций (явления ползучести и релаксации) горных пород и изменения состояния и свойств самих горных пород в результате изменений механических условий деформирования, происходящих по мере развития горных работ, а также гидрогеологической обстановки, степени выветрелости пород и т.д.

Большинство горно-геологических явлений при подземных работах представляют собой результат действия сил горного давления. Подчиненное значение играют горно-геологические явления, возникающие в результате воздействия сил фильтрационного давления. К первой группе относятся сдвиги горных пород, пучение пород, отжим, горные удары и внезапные выбросы угля и газа и некоторые другие явления. Явления фильтрационного выпора, прорыва подземных вод и плывунов, суффозионного размыва пород и некоторые другие составляют вторую группу горно-геологических явлений, природа которых была охарактеризована ранее. Сдвиги горных пород – это сложный и многостадийный процесс деформирования подработанных горными выработками толщ горных пород. Начинаясь от выработки, они развиваются во всей покрывающей толще, и могут дойти до поверхности, вызвав плавное едва заметное пригибание или

же значительные, нередко резкие и неравномерные деформации, сопровождающиеся образованием трещин и обрушениями. Область массива, пришедшая в движение, образует зону сдвижения. Впадина, образовавшаяся на поверхности земли, называется мульдой сдвижения. Углы наклона линий, ограничивающих зону сдвижения от нетронутого массива, именуются углами сдвижения. Очень важными элементами сдвижения являются наибольшее оседание η_0 , величина наибольшего горизонтального сдвижения $\xi_{\max}$ и наибольший наклон мульды $\eta_{\max}$. Пучение горных пород наблюдается на бурогольных месторождениях, месторождениях каменного угля и антрацитов. В результате пучения уменьшается поперечное сечение выработки, нарушаются крепление и шахтные пути. Иногда горная выработка полностью заполняется пучащейся породой. Известны случаи закрытия шахты и рудника из-за невозможности или нецелесообразности поддержания выработок в сильно пучащихся породах. Пучение в типичном виде проявляется в пластических глинистых породах, обладающих незначительным сцеплением и внутренним трением. Но на значительных глубинах разработок (до 1000 м и более) отмечается иногда подвижность пород почвы, отличающихся значительной прочностью и относящихся к группе полутвердых и даже твердых пород (глинистые сланцы, плотные и прочные аргиллиты и алевролиты). Однако такого рода деформации пород почвы имеют физическую природу, отличную от физической природы явлений пучения пластических глинистых пород, и поэтому должны быть отнесены в особую группу проявлений горного давления. Борьба с ними ведется в основном с применением прочных, жестких и замкнутых крепей, а также выбором таких технологических схем и способов работ, которые обеспечивают максимальное снижение горного давления, быстрое проведение и крепление горных выработок. Отжим горных пород и пластов угля. Эти явления наблюдаются в случаях, когда в кровле пласта развиты породы, допускающие прогиб без видимого нарушения сплошности, или же породы, опускающиеся крупными блоками. Отжим начинается со слабых прослоек угля или породы. Прочные породные прослои и включения, например в угольном пласте, резко снижают отжимаемость. Снижают отжимаемость и слабые породы кровли. Очевидно, что отжимаемости будут способствовать все факторы, повышающие горное давление на забой. Из горно-геологических факторов наибольшее влияние на отжим угля оказывают: система разработки и длина лав, взаиморасположение лав и скорость их продвижения, способ управления кровлей. Используя влияние этих факторов, на многих шахтах добились значительного повышения производства труда при зарубке угля.

Оборудование и материалы. Схемы, показывающие порядок расположения скважин на профиле и расстояние между ними, альтитуды устьев скважин, глубины забоев скважин и вскрытия кровли стратиграфических горизонтов, данные химического состава и

минерализации подземных вод и интервалы их отбора, чертежные принадлежности, калькулятор.

Задание

1. Построить геологический профиль по имеющимся данным:
 - а) на линии уровня моря в горизонтальном масштабе профиля отложить расстояние между скважинами на профиле с юга на север;
 - б) от полученных точек в вертикальном масштабе отложить альтитуды устьев скважин и определить положения устьев;
 - в) соединив плавной линией устья скважин, получают рельеф поверхности земли;
 - г) от устья по вертикали отложить глубины скважин и получить положение забоя скважины;
 - д) на стволы скважин нанести положение границ пластов, точки вскрытия водоносных пластов и точки вскрытия разрывных нарушений;
 - е) провести линии разрывов (если они имеются), а затем границы стратиграфических подразделений.

Содержание отчета. В отчете следует отразить цель работы, привести краткое теоретическое обоснование, таблицы фактического материала (у преподавателя), построенный гидрогеохимический профиль, рассчитанные значения генетических коэффициентов и типы вод по В. А. Сулину в виде таблицы 18.

Таблица 18 – Генетические коэффициенты вод по В. А. Сулину

Номер скв.	Интервал, м	Возраст	Генетические коэффициенты (по Сулину)			Тип воды по Сулину
			$rNa^{+}+rK / rCl^{-}$	$(rNa^{+}+rK) - rCl^{-} / rSO_4^{2-}$	$rCl^{-} - (rNa^{+}+rK) / rMg^{2+}$	

При защите работы студент должен представить отчет и ответить на вопросы, предложенные преподавателем.

Контрольные вопросы.

1. Естественная геологическая обстановка строительства
2. Интенсивность и характер изменений в природной геологической обстановке
3. Отжим горных пород и пластов угля
4. Что служит основой для составления гидрогеологических и гидрохимических профилей?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ РАЗВЕДКЕ И РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Цель. Рассмотреть и закрепить знания о физико-географических условиях в районах с нефтегазоматеринскими породами, которые имеют большое значение для горных работ, особенно при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом.

Теоретическое обоснование

Факторы, оказывающие влияние на инженерно-геологические условия. В связи с ростом объемов геологоразведочных работ на месторождениях твердых полезных ископаемых, а также увеличением глубин разведки и разработки месторождений возникает необходимость в повышенных требованиях к изучению их инженерно-геологических условий. Инженерно-геологические работы при разведке месторождений выполняются с целью оценки инженерно-геологических условий месторождений для обоснования утверждения запасов полезного ископаемого в ГКЗ и проектирования горных работ. На основе инженерно-геологического изучения могут быть выбраны оптимальные проектные решения, в связи с чем затраты на инженерно-геологические работы оправдываются при строительстве и эксплуатации карьеров и шахт.

Для выполнения поставленной цели на месторождениях необходимо изучать те природные условия (факторы), которые определяют условия строительства. К ним относятся физико-географические условия, геологическое строение, гидрогеологические условия, геокриологическая обстановка.

Физико-географические условия района месторождения имеют большое значение для горных работ, особенно при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. Климат. При намечаемой открытой разработке месторождения важное значение имеют количество и интенсивность атмосферных осадков, их суточные максимумы, температура воздуха, преобладающее направление ветра, режим накопления и схода снежного покрова, глубина сезонного промерзания и оттаивания пород. Рельеф района определяет условия ведения горных работ и наземного строительства. Например, в районах с гористым рельефом строительство часто затруднено из-за развития оползней, обвалов, селей и пр.

Растительный покров важен как фактор тепло- и влагообмена. В сочетании с другими факторами он оказывает влияние на инженерно-геологические свойства пород, залегающих близ поверхности и на их промерзание. Гидрологические условия весьма существенны в случае расположения месторождения близ поверхностных водотоков, которые могут вызвать повышенную обводненность горных выработок.

Геологическое строение. В число геологических важнейших факторов входят: геологическая структура месторождения, литологический и петрографический состав пород, их фациальная изменчивость, условия залегания (ярусность массива горных пород, глубина залегания и мощность полезного ископаемого) и тектоническая нарушенность.

Инженерно-геологические условия зависят от следующих факторов:

1. физико-механические свойств горных пород и полезного ископаемого в зависимости их от процессов выветривания, геотермических процессов, глубины залегания;
2. неоднородности пород в массиве и наличие в них поверхностей ослабления различного генезиса;
3. современных физико-геологические явлений (карст, оползни, суффозия, многолетняя мерзлота и др.);
4. сейсмичности района;
5. наличия в пределах месторождения пород, характеризующихся особо неблагоприятными свойствами (истинные пливуны и др.); 6. напряженного состояния массивов пород.

Гидрогеологические условия. Основные факторы: характер и степень водоносности пород, количество и мощность водоносных горизонтов, их фильтрационные свойства, условия питания и дренажа подземных вод и их связь с поверхностными водотоками, величины гидростатического давления, степень изоляции полезного ископаемого водоупорными толщами и др.

Типизация месторождений по инженерно-геологическим условиям

К инженерно-геологическим явлениям при горных работах относятся: оползни бортов и откосов карьеров, обвалы, прорывы пливунов, суффозионные явления, пучение дна карьеров и др. В подземных горных выработках могут возникать: деформации пород в стенках и на забое шахтных стволов, пучение пород в почве выработок, сдвигание и обрушение пород в кровле, горные удары и др. В областях распространения многолетнемерзлых пород: пучение, просадки, течение, растрескивание пород и др.

Для того, чтобы учесть всю сложность инженерно-геологических условий при разработке месторождений полезных ископаемых должен оцениваться комплекс природных факторов, которые будут влиять на эти условия. Главнейшими из этих факторов являются:

1. инженерно-геологические группы пород (связные, несвязные, полускальные, скальные);
2. тектоническая нарушенность пород, их трещиноватость, выветрелость, закарстованность;
3. характер обводненности пород, величины гидростатических напоров, коэффициенты фильтрации пород;
4. физико-механические свойства пород.

По сложности инженерно-геологических условий выделяются следующие категории: простые, средней сложности, сложные.

Простые инженерно-геологические условия характерны для месторождений, сложенных необводненными несвязными или твердо пластичными связными породами, залегающими выше местного базиса эрозии; слабо обводненные и слабо выветрелыми, слабо дислоцированными полускальными породами и массивными скальными породами. Разработка месторождений простой группы сложности не вызывает развития инженерно-геологических явлений, осложняющих ведение горных работ.

Месторождения средней сложности инженерно-геологических условий представлены обводненными несвязными и связными породами. Величины гидростатических напоров не превышают 100 м. Несвязные породы характеризуются коэффициентами фильтрации не более 1 м/сут. Это могут быть полускальные дислоцированные породы выветрелые и трещиноватые, перекрытые сверху описанным выше комплексом пород; скальные породы с наличием зон дробления и закарстованности. При разработке будут возникать инженерно-геологические явления, осложняющие работы. Требуется мероприятия, направленные на повышение устойчивости пород. Сложные инженерно-геологические условия характерны для месторождений, по геологическому строению схожих с выше описанными, но вмещающие породы характеризуются высокой фациальной изменчивостью, гидростатическими напорами более 100 м. Осушительные мероприятия затруднены в связи со слабой водоотдачей пород. При разработке таких месторождений будут возникать интенсивные инженерно-геологические явления, в связи с чем требуются защитные мероприятия, вплоть до отвода рек.

Оборудование и материалы. Табличные данные для определения физико-механические свойства пород.

Задания

Опишите:

1. инженерно-геологические группы пород (связные, несвязные, полускальные, скальные);
2. тектоническая нарушенность пород, их трещиноватость, выветрелость, закарстованность;
3. характер обводненности пород, величины гидростатических напоров, коэффициенты фильтрации пород;
4. физико-механические свойства пород.

Содержание отчета.

В отчете следует отразить: цель работы, краткое теоретическое обоснование, описать инженерно-геологические условия при разработке месторождений полезных ископаемых и комплекс природных факторов для оценки устойчивости различных грунтов.

При защите работы студент должен представить отчет и ответить на вопросы, предложенные преподавателем.

Контрольные вопросы.

1. Факторы, оказывающие влияние на инженерно-геологические условия.
2. От каких факторов зависят инженерно-геологические условия
3. Типизация месторождений по инженерно-геологическим условиям

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по организации и проведению
самостоятельной работы**

**«Инженерная геология при строительстве трубопроводов»
для студентов направления подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело
направленность (профиль) «Эксплуатация и обслуживание объектов
транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»**

Ставрополь 2026

Методические рекомендации предназначены для студентов вуза «Северо-Кавказский федеральный университет»

Цели методических рекомендаций:

1. Методическое сопровождение процесса введения и реализации требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (далее ФГОС ВО), помощь при разработке рабочих учебных программ дисциплин и профессиональных модулей образовательной программы (далее ОП).

2. Создание в образовательном учреждении учебно-методического обеспечения образовательного процесса.

Методические рекомендации определяют сущность самостоятельной работы студентов в вузе, её назначение, планирование, формы организации и виды контроля.

Содержание

- 1. Нормативное обеспечение самостоятельной работы в ФГОС ВО.**
- 2. Назначение и виды самостоятельной работы студентов.**
- 3. Контроль самостоятельной работы студентов преподавателями.**

1. Нормативное обеспечение самостоятельной работы в ФГОС ВО

1.1. ФГОС раздел: «Требования к условиям реализации ОП»:

– Требования к обязательному минимуму содержания образовательной программы подготовки специалиста, к условиям ее реализации и срокам ее освоения определяются настоящим федеральным государственным образовательным стандартом;

– основная образовательная программа подготовки специалиста состоит из дисциплин общенаучного и профессионального циклов, состоящих из базовой и вариативной частей и дисциплин по выбору;

– максимальный объем учебной нагрузки студента устанавливается 54 часа в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы.

Во время самостоятельной подготовки обучающиеся должны быть обеспечены доступом к сети Интернет. Реализация образовательной программы подготовки специалиста должна обеспечиваться доступом каждого студента к библиотечным фондам и базам данных, формируемым по полному перечню дисциплин образовательной программы из расчета обеспеченности учебниками и учебными пособиями не менее 0,5 экземпляра на одного студента. Библиотека вуза должна иметь достаточное количество современных учебников и учебных пособий по всем циклам дисциплин и постоянно восполняться научной литературой и периодическими изданиями нефтегазового профиля

Объем времени, отведенный на внеаудиторную самостоятельную работу, находит отражение:

- в рабочем учебном плане – в целом по теоретическому обучению, каждому из циклов дисциплин;
- в рабочих программах учебных дисциплин циклов дисциплин с распределением по разделам или конкретным темам.

2. Назначение и виды самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности, организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, совершенствованию и самоорганизации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитию исследовательских умений.

В учебном процессе ОУ выделяются два вида самостоятельной работы:



Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

3. Контроль самостоятельной работы студентов преподавателями.

Контроль самостоятельной работы студентов предусматривает:

- соотнесение содержания контроля с целями обучения;
- объективность контроля;
- валидность контроля (соответствие предъявляемых заданий тому, что предполагается проверить);
- дифференциацию контрольно-измерительных материалов.

Формы контроля самостоятельной работы

1. Просмотр и проверка выполнения самостоятельной работы преподавателем.
2. Самопроверка, взаимопроверка выполненного задания в группе.
3. Обсуждение результатов выполненной работы на занятии.
4. Тестирование.
5. Письменный опрос.
6. Устный опрос.
7. Индивидуальное собеседование.
8. Коллоквиум.
9. Отчет о проделанной работе.
10. Защита рефератов или курсовой работы.
11. Творческий конкурс.
12. Интернет - конференции.
13. Контрольная работа.

Критерии оценки результатов самостоятельной работы

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентами учебного материала;
- умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- формирование набора из общекультурных и профессиональных компетенций будущего специалиста;

- умения студента активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.

Содержание внеаудиторной самостоятельной деятельности студентов

Методические указания для студентов по выполнению самостоятельной работы:

1. Подготовка к лекциям
2. Подготовка к практическим занятиям