

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 09.03.2022 12:55:54
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра промышленное и гражданское строительство



ОБСЛЕДОВАНИЕ И УСИЛЕНИЕ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине
«Обследование и усиление оснований и фундаментов зданий и
сооружений при реконструкции»
для студентов очной и заочной форм обучения
направления подготовки 08.03.01 - Строительство

Курск 2017

УДК 624.131.3

Составитель Е.Г. Пахомова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.А. Сморчков*

Обследование и усиление оснований и фундаментов зданий и сооружений при реконструкции : методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Обследование и усиление оснований и фундаментов зданий и сооружений при реконструкции» для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 08.03.01 - Строительство / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Е.Г. Пахомова. - Курск, 2017. - 26 с.: ил. 3, табл. 5. – Библиогр.: с. 25.

Рассматриваются вопросы обследования и усиления оснований и фундаментов зданий и сооружений при реконструкции фундаментов. Приведены необходимые теоретические сведения и формулы, помещены задачи для самостоятельного решения.

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 – Строительство очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 2017 г. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 1,2. Уч.-изд.л. 1,1 Тираж 30 экз. Заказ _____. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Содержание

	Стр.
Введение	4
1. Инженерные изыскания при реконструкции	5
2. Вычисление нормативных и расчетных значений характеристик грунтов	9
3. Определение модуля деформации грунтов.	11
4. Статическое зондирование грунтов	12
5. Современные способы усиления и закрепления грунтов основания и фундаментов	14
6. Особенности работ по водопонижению и водоотливу	17
7. Состав материалов для разработки проекта реконструкции подземного сооружения	23
Библиографический список	25
Приложение	26

Введение

Под реконструкцией понимается выполнение работ, проводимых в связи с изменением геометрических размеров зданий, возрастанием постоянных или временных нагрузок, устройством подземных сооружений в пределах пятна застройки, а также восстановлением несущей способности оснований и фундаментов, утраченной вследствие суффозии, колебания уровня подземных вод и др., а также возникшими деформациями конструкций и их износом.

Надежность работы реконструируемых зданий обеспечивается совместной работой системы «основание-фундамент-надземные конструкции». Отказы в работе сооружений возникают вследствие полного или частичного нарушения надежной работы элементов данной системы. Поэтому при проектировании, возможно, осуществлять усиление всех элементов этой системы или отдельных ее частей.

При реконструкции фундаментов отсутствует возможность разработки типовых схем усиления. Схемы усиления должны приниматься в каждом конкретном случае в зависимости от нагрузок на фундаменты, наличия подвала и других подземных сооружений, инженерно-геологических и гидрогеологических условий и др.

Применяемые методы усиления оснований и фундаментов должны обеспечивать их совместную работу с основанием и соответствующими фундаментами.

Цель данных методических рекомендаций – ознакомить студентов вузов с основными методами обследования и усиления оснований и фундаментов зданий и сооружений при реконструкции. Особое внимание при этом уделяется методам статистической обработки экспериментальных данных, позволяющим проектировать фундаменты с заданной доверительной вероятностью с учетом класса ответственности здания.

1 Инженерные изыскания при реконструкции

Инженерные изыскания при реконструкции должны обеспечивать комплексное изучение инженерно-геологических условий площадки реконструируемого здания или подземного сооружения и получение материалов для решения вопроса о необходимости проектирования усиления фундаментов или укрепления основания.

Изыскания для реконструкции здания и его основания и фундаментов проводят в соответствии с программой, составленной организацией, имеющей лицензию на проведение изысканий, на основании технического задания проектной организации.

К техническому заданию должны быть приложены имеющиеся архивные материалы изысканий, чертежи фундаментов и основных несущих конструкций, акты и сведения о проводившихся реконструкциях, сведения об условиях эксплуатации здания, имевших место деформациях и т.д.

Задание 1. Получить навыки заполнения примерной формы технического задания на обследование таблица 1:

Таблица 1

<p>ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ</p> <p>на производство изысканий для установления причин появления деформаций (установления технического состояния и условий реконструкции) здания по адресу: _____ (указывается адрес здания)</p> <p>1. Габарит предполагаемой к обследованию части здания _____</p> <p>2. В указанном габарите обследованию подлежат (да, нет):</p> <p>а) основание _____</p> <p>б) фундаменты _____</p> <p>3. Конечные цели обследования здания или его части: _____</p>

Состав, объем, и методы изысканий намечают в зависимости от целей реконструкции, типа здания или подземного сооружения и их состояния, сложности инженерно-геологических условий.

Изыскания для реконструкции здания должны обеспечить получение с помощью полевых и лабораторных методов следующих характеристик грунтов: плотность и влажность для всех грунтов, гранулометрический состав песчаных грунтов, число пластичности и показатель текучести глинистых грунтов, степень заторфованности и степень разложения растительных остатков органоминеральных грунтов, коэффициент фильтрации, модуль деформации, угол внутреннего трения и удельное сцепление грунтов.

Технический отчет (заключение) по результатам инженерно-геологических изысканий для проектирования реконструкции здания или подземного сооружения должен содержать следующие материалы:

- характеристику здания (подземного сооружения) и его состояния и изложение задач реконструкции;
- сведения об архивных материалах изысканий;
- геолого-литологическое описание площадки;
- характеристику гидрогеологических условий площадки;
- сведения о неблагоприятных геологических процессах;
- характеристику физико-механических свойств грунтов;
- характеристику экологической обстановки;
- заключение о соответствии новых материалов изысканий архивным данным;

Текстовые приложения включают:

- техническое задание заказчика;
- разрешение на производство работ;
- программу работ по изысканиям, в том числе вне здания;
- сводные таблицы результатов лабораторных определений свойств грунтов;
- таблицы нормативных и расчетных характеристик грунтов;
- результаты химических анализов подземных вод и заключение о степени их агрессивности по отношению к материалу фундаментов (подземного сооружения);
- заключение по коррозионным свойствам грунтов;
- оценку результатов измерения радиационного уровня грунтов;
- результаты геофизических исследований;

Графические приложения включают:

план участка с указанием инженерно-геологических выработок;

план стен подвала здания с указанием расположения шурфов;

геологические разрезы по скважинам и шурфам;

развертку стенок шурфов;

графики зондирования и других полевых испытаний.

Задание 2. Изучить примерную форму технического заключения таблица 2:

Таблица 2

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ОБСЛЕДОВАНИЮ (ЖИЛОГО, ОБЩЕСТВЕННОГО, УКАЗАТЬ) ЗДАНИЯ

в г. _____ по _____ ул. № _____

строение _____ для его капитального ремонта, надстройки и реконструкции (указать необходимый вид работ).

ОБЪЕМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ (НА ОСНОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ)

№ п.п.	Наименование работ	Основной показатель, объем
1	Изучены архивные материалы	Объект
2	Заложено буровых скважин глубиной, м	Скважина
3	Отрыто шурфов для обследования фундаментов	Шурф
4	Выполнено лабораторных анализов грунта	Анализ
5	Составлены в выборочном порядке поверочные статистические расчеты несущих конструкций	Расчет
6	Произведена нивелировка устьев скважин и шурфов	Точка
7	Составлено техническое заключение	

Описание существующего здания

Здесь указываются:

1. Назначение существующего здания
2. Количество этажей
3. Год постройки
4. Описание элементов здания:
 - а) наружные стены
 - б) внутренние опоры
 - в) наличие внутренних поперечных стен
 - г) междуэтажные перекрытия
 - д) чердачное перекрытие
 - е) перемычки над оконными и дверными проемами
 - ж) система строения
 - з) кровля
 - и) система отопления
 - к) система вентиляции
 - л) система горячего водоснабжения
 - м) система холодного водоснабжения
5. Пространственная жесткость здания
6. Состояние здания по наружному виду:
 - а) выветривание кладки
 - б) состояние перемычек
 - в) деформации
7. Благоустройство площадки (планировка двора, наличие отмосток)
8. Прочие сведения

Геоморфология, геолого-литологическое и гидрогеологическое описание участка

Указываются месторасположение обследуемого участка в геоморфологическом отношении, вертикальная планировка участка, абсолютные отметки поверхности участка.

В геологическом отношении площадка сложена толщей четвертичных отложений, представленных следующими грунтами (сверху вниз).

Указывается первый основной водоносный горизонт и что служит водоупором.

Основание и фундаменты

1. Количество отрытых шурфов для выборочного обследования основания и фундаментов

2. Тип фундамента:

- а) под стенами
- б) под отдельными опорами

3. Глубина заложения фундаментов:

- а) наружных стен от поверхности земли до пола
- б) внутренних стен и отдельно стоящих опор от пола

4. Описание материалов кладки (камень, раствор; заполнитель в бетоне; бетонные блоки и т.п.)

5. Система кладки

6. Состояние кладки фундаментов

7. Характеристика прочности материалов кладки или бетонных блоков

Выводы по фундаментам:

Результаты выполненных расчетов несущих конструкций

Указываются выполненные выборочным порядком (в соответствии с техническим заданием) поверочные расчеты для определения работы основных несущих конструкций здания.

ТАБЛИЦА ДАВЛЕНИЙ НА ГРУНТ

№ расчетов	№ шурфа	Наименование несущих элементов	Давление на грунт, МПа	
			существующее	будущее

2. Вычисление нормативных и расчетных характеристик грунтов

Для обеспечения прочности, устойчивости и долговечности зданий и сооружений проводят инженерные изыскания.

Техническое задание на изыскания готовится авторами проектов и должно базироваться на положениях нормативных документов, отражающих современный отечественный опыт исследования грунтов и разработанные в последнее время методы исследования грунтов. Однако авторы проектов часто не представляют собой технические возможности изыскательских организаций и не умеют правильно оценить результаты исследования грунтов, так как эти вопросы недостаточно освещены в учебной литературе.

Инженерно-геологические элементы наделяют постоянными нормативными и расчетными значениями характеристик. Для всех характеристик грунта вычисляют нормативные, а для характеристик, используемых в расчетах, – и расчетные значения. Нормативные значения X_n характеристик грунтов, представленных одной величиной, таких как все физические (влажность, плотность, характеристики пластичности и т.п.) и механические (модуль деформации, предел прочности на одноосное сжатие, относительная просадочность и т.п.) рекомендуется принимать равными средним арифметическим значениям \bar{X} :

$$X_n = \bar{X}. \quad (1)$$

Коэффициент надежности по грунту γ_g для таких характеристик вычисляют по формуле:

$$\gamma_g = \frac{1}{1 \pm \rho_\alpha}, \quad (2)$$

где ρ_α – показатель точности среднего значения характеристики. Знак перед величиной ρ_α принимают таким, чтобы обеспечивалась большая надежность здания или сооружения.

Показатель точности среднего значения ρ_α вычисляют по формуле

$$\rho_\alpha = \frac{t_\alpha V}{\sqrt{n}}, \quad (3)$$

где t_α – коэффициент, принимаемый по таблице 2П приложения в зависимости от заданной односторонней доверительной вероятности α и числа степеней свободы $K=n-1$.

Доверительная вероятность α расчетных характеристик грунтов принимается при расчетах оснований по несущей способности $\alpha=0,95$, по деформациям – $\alpha=0,85$.

Расчетное значение характеристики грунта вычисляют по формуле

$$X = \frac{X_n}{\gamma_g}. \quad (4)$$

Нормативные значения угла внутреннего трения φ и удельного сцепления c рекомендуется определять как параметры

линейной зависимости сопротивления срезу от давления, и вычислять методом наименьших квадратов для всей совокупности опытных величин τ при общем числе определений n . Расчетные значения характеристик $tg \varphi_n$ и c_n рекомендуется определять согласно ГОСТ 20522—96.

Задача 1. Для инженерно-геологического элемента, сложенного покровными суглинками, было выполнено 10 лабораторных определений природной влажности (таблица 3). Вычислить нормативные и расчетные значения влажности для расчета по деформациям.

Таблица 3.

Исходные данные к задаче 1.

№ Вар.	Влажность грунта W , дол.ед., в опытах									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,18	0,21	0,22	0,19	0,17	0,21	0,23	0,21	0,20	0,18
2	0,17	0,19	0,16	0,15	0,17	0,19	0,18	0,17	0,16	0,20
3	0,17	0,15	0,21	0,14	0,20	0,19	0,16	0,15	0,16	0,13
4	0,15	0,19	0,17	0,15	0,17	0,18	0,14	0,15	0,17	0,16
5	0,18	0,16	0,20	0,14	0,17	0,19	0,18	0,15	0,14	0,19

3. Определение модуля деформации грунтов.

Механические характеристики грунта определяют по результатам как лабораторных, так и полевых испытаний.

При штамповых испытаниях (ГОСТ 20276-99) в полевых условиях модуль деформации E рекомендуется определять, используя график зависимости $S = f(P)$, E вычислять в соответствии с теорией линейно-деформируемой среды по формуле:

$$E = (1 - \mu^2) \omega \cdot d \cdot \frac{\Delta P}{\Delta S}, \quad (5)$$

где μ – коэффициент Пуассона, принимаемый равным для: крупнообломочных грунтов – 0,27; песков супесей – 0,30, суглинков – 0,35; глин – 0,42;

ω – безразмерный коэффициент, зависящий от жесткости штампа и формы его подошвы по табл. 4П приложения;

d – диаметр штампа;

ΔP – приращение давления на штамп;

ΔS – приращение осадки штампа, соответствующее ΔP .

Задача 2. Результаты полевых испытаний грунта статической нагрузкой (штампом) представлены в табл.4. Построить график зависимости осадки штампа S от давления P . Определить модуль деформации грунта.

Таблица 4

Результаты испытания грунта штампом к задаче 2

№ вар	Наименование грунта	Глубина исп. м	Площадь штампа см ²	Осадка штампа S , мм при давлении P , кПа равном						
				100	150	200	250	300	350	400
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Суглинок Мягкопласт	7	600	1,9	3,0	4,0	5,5	8,0	–	–
2	Супесь пластичная	3	5000	3,6	5,5	7,3	9,9	12,7	19,0	–
3	Глина полутвердая	8	1000	1,1	1,8	2,3	2,9	3,5	4,6	6,8
4	Песок ср. крупн.плот.	4	2500	1,5	2,1	2,8	3,5	4,2	4,8	7,8
5	Глина мягкопласт.	6	600	1,5	2,4	3,2	3,8	5,3	8,4	–

4. Статическое зондирование

Статическое зондирование – процесс погружения зонда в грунт статической вдавливающей нагрузкой с измерением показателей сопротивления грунта.

Полевые испытания грунтов статическим зондированием проводят по ГОСТ 20069-81 в результате которых определяют:

- удельное сопротивление грунта под наконечником (конусом) зонда q_s ;

- сопротивление грунта на боковой поверхности зонда Q_s или удельное сопротивление грунта на участке боковой поверхности зонда f_s .

В зависимости от конструкции наконечника зонды подразделяются на три типа:

I – зонд с наконечником из конуса и кожуха;

II – зонд с наконечником из конуса, муфты трения;

III - зонд с наконечником из конуса, муфты трения и уширителя.

Для всех типов зонда площадь основания конуса составляет 10 см² (диаметр 35,7 мм), а величина угла при вершине конуса – 60°.

Задача 3. По данным статического зондирования в точке найти частное значение предельного сопротивления забивной железобетонной сваи длиной 4 - 5 м, размерами поперечного сечения 20x20 см и заданной отметкой головы сваи. (В табл. 5 Н_з – отметка точки зондирования, м; Н_с – отметка головы сваи, м).

Таблица 5.

Данные статического зондирования зондом I и II типа

№ вар-та	1			2		
	I тип зонда			I тип зонда		
Н _з	223.200			188.400		
Н _с	221.200			186.400		
Глуб. погр. зонда	q _s , кПа	F _s , кН	Грунт	Q _s , кПа	F _s , кН	Грунты
2,0	700	1,98	Супесь	600	0,88	Супесь
2,2	800	2,12		400	1,03	
2,4	500	2,32		500	1,25	
2,6	600	2,54		600	1,46	
2,8	900	2,67		700	1,78	
3,0	1100	2,98		700	2,08	
3,2	1100	3,23		800	2,26	
3,4	1100	3,48		800	2,44	
3,6	1000	3,94		900	2,63	
3,8	1200	4,10		900	2,99	
4,0	1200	4,44	Глина	1000	3,40	Суглинок
4,2	1100	4,85		1100	3,87	
4,4	1100	5,32		1000	4,02	
4,6	1100	5,92		1200	4,18	
4,8	1100	6,74		1100	4,29	
5,0	1200	7,13		1100	4,50	
5,2	1200	7,71		1200	5,00	
5,4	1300	8,12		1200	5,63	
5,6	1200	8,68		1800	6,27	

5,8	1300	9,27	Песок	2000	7,09	Глина
6,0	1300	9,90		2200	7,68	
6,2	1400	10,53		2300	8,27	
6,4	1800	11,78		2200	8,98	
6,6	2000	12,64		2300	9,80	
6,8	2300	13,59		2300	10,64	
7,0	2400	14,60		2400	11,38	
7,2	2200	15,51		2400	12,25	
7,4	2400	16,43		2500	12,97	
7,6	2600	17,38		2500	13,60	
7,8	2600	19,30		2600	14,61	
8,0	2700	21,45		2600	15,08	

5. Современные способы усиления и закрепления грунтов основания и фундаментов

Способ защиты свайного фундамента от морозного пучения

Способ предусматривает вмораживание фундамента в грунтовое основание, которое осуществляют путем искусственного промораживания массива окружающего фундамент грунта ниже глубины сезонного промерзания

Техническим результатом является упрочнение технологии осуществления способа защиты фундамента от морозного пучения, а также снижение трудоемкости и стоимости при повышении эффективности и надежности способа.

Пример 1. Вокруг трубчатой металлической сваи диаметром 325 мм, заглубленной на 8 м, на расстоянии 0,6 м были установлены 4 СОУ парожидкостного типа с термоизолированным соединительным теплопроводом на глубину 3,5 м, что соответствовало середине глубины промораживаемой зоны, мощность которой при глубине сезонного естественного промерзания 2,0 м была принята 3,0 м.

При установлении отрицательной среднесуточной температуры наружного воздуха СОУ автоматически включились в работу, и начался процесс промораживания грунта вокруг сваи. Через 10 суток температура грунта в промораживаемой зоне достигла -3°C , а за последующие 20 ней составила -6°C . После промерзания

грунта в заданном интервале глубины от -2,0 до 5,0 м произошло дальнейшее понижение температуры мерзлого грунта до -8 °С, увеличение прочности его смерзания со сваей и сил, удерживающих сваи от выпучивания. Процесс промораживания контролировался с помощью наблюдательных температурных скважин, пробуренных в зоне промораживания. Как в период искусственного промораживания, так и в течение последующего зимнего сезона перемещения сваи не наблюдалось.

Пример 2. Был применен также физико-химический способ повышения прочности смерзания грунтов основания со сваей. Он заключался во введении в грунтовый массив перед промораживанием водного раствора поливинилового спирта (ПВС) 1 % концентрации. Результаты испытания сваи на выдергивание; показали, что удерживающие силы для песков повысились в 4 раза, а для суглинков в 5 раз.

Предохранение фундамента от морозного пучения описанным способом, сокращает и ускоряет технологические операции, не требует выполнения большого объема трудоемких земляных работ по замене пучинистых грунтов в основании фундамента.

Предлагаемое техническое решение может быть эффективно использовано в строительстве новых и эксплуатационном обслуживании существующих объектов при противоаварийных мероприятиях на линиях электропередач в сложных климатических и геокриологических условиях северных районов.

Способ усиления фундамента здания

Способ усиления фундамента здания, сооружения предусматривает пересадку фундамента на выносные и/или подводимые под его подошву сваи и включает размещение трубчатых секций свай соответственно под фундаментом, преимущественно в образованных в нем или в стене штрабах, и/или над выносными, преимущественно внутрь здания, за контур фундамента в плане балками. Далее осуществляют вдавливание секций свай, их соединение с последующей секцией трубчатой муфтой и бетонирование голов свай. Новым является то, что перед вдавливанием секцию сваи размещают в инвентарной кольцевой обойме гидравлического домкрата, длина которой не более длины секции сваи, а ее внешний диаметр превышает диаметр секции

сваи, по крайней мере, на 10 мм, вдавливание последней секции сваи осуществляют на величину, не превышающую длину инвентарной кольцевой обоймы, а после вдавливания последней секции сваи кольцевую обойму извлекают и одновременно с бетонированием голов свай бетонируют образованную после извлечения кольцевой обоймы полость.

Грунтовые анкеры

Грунтовые анкеры (рис. 1) обычно выполняют для удержания борта котлована или для повышения устойчивости откосов. Ограждение котлована с анкерами позволяет производить работы в котловане без каких-либо ограничений, в отличие от применения распорной системы, когда приходится работать в стесненных условиях.

Устройство грунтовых анкеров можно выполнять по различным технологиям.



Рисунок 1. Устройство грунтовых анкеров

Закрепление грунтов методом Jet-grouting

Это метод закрепления грунтов, основанный на одновременном разрушении и перемешивании грунта высоконапорной струей цементного раствора. В результате струйной цементации в грунте образуются цилиндрические колонны диаметром 600—2000 мм.

Порядок производства работ:

- бурение лидерной скважины диаметром 112—132 мм до проектной отметки (прямой ход).

- подъем буровой колонны с вращением и одновременной подачей струи цементного раствора под давлением до 500 атм. (обратный ход).

- погружение в тело незатвердевшей грунтобетонной колонны армирующего элемента.

После твердения грунтоцементной смеси в грунте образуется новый материал — грунтобетон. В зависимости от типа грунта и расхода цемента на 1 м^3 укрепляемого грунта, прочность на сжатие грунтобетона может изменяться в широком диапазоне.

6. Особенности работ по водопонижению и водоотливу

Искусственное понижение уровня подземных вод осуществляется путем откачки или отвода, с помощью дренажа, открытых и вакуумных водопонижительных скважин, иглофильтров и электроосмоса.

Классификация, дренажа: горизонтальный, вертикальный, комбинированный и лучевой.

Расчёт иглофильтровых водопонижительных установок

Наличие грунтовых вод в местах закладки котлованов и траншей требует мероприятий по временному понижению их уровня и удалению на время строительства.

В зависимости от величины предполагаемого притока грунтовых вод при понижении их уровня определяют средства, необходимые для водоотлива, и способы производства работ.

При связных устойчивых грунтах, откосы которых не оплывают при высасывании влаги, применяют открытый водоотлив при помощи насосов непосредственно из траншеи, для чего в ней делают специальные прямки. Воду из траншеи (рисунок 2) обычно откачивают диафрагмовыми насосами типа ДВС производительностью до $20 \text{ м}^3/\text{ч}$, передвижными центробежными самовсасывающими насосами с электродвигателями типов С-203 и С-204 производительностью 24 и $120 \text{ м}^3/\text{ч}$, насосами с двигателями внутреннего сгорания типов С-247 и С-245.

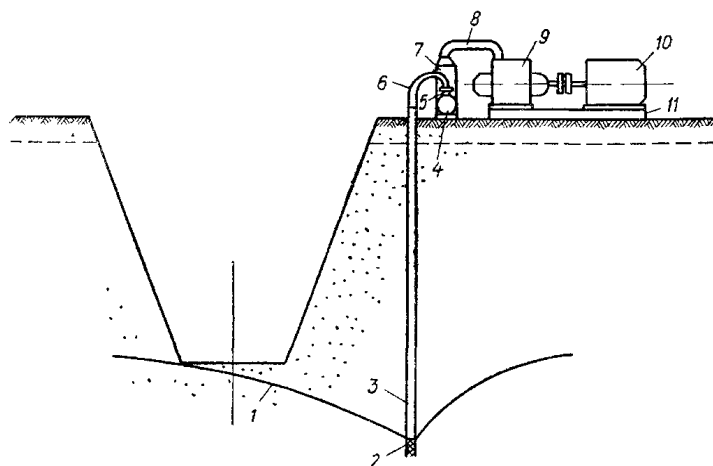


Рисунок 2. Схема водопонижительной установки:

- 1 – кривая депрессии; 2 – фильтр; 3 – труба иглофильтра;
 4 – коллектор; 5 – пробковый кран; 6 – гибкий шланг; 7 – переход;
 8 – всасывающий трубопровод; 9 – вихревой насос;
 10 – электродвигатель; 11 – рама агрегата.

В неустойчивых мелкозернистых грунтах применение открытого водоотлива требует шпунтового ограждения. Более экономичным и прогрессивным способом водопонижения в этом случае является искусственное водопонижение при помощи иглофильтровых установок. Легкие иглофильтры используют для водопонижения на глубину до 4 - 5 м при коэффициенте фильтрации грунта 1 - 50 м в сутки. Игольчатые фильтры погружают в грунт на глубину 7 - 9 м и присоединяют к всасывающему коллектору, в котором при работе насосного агрегата водопонижающей установки поддерживается вакуум 500 - 700 мм рт. ст. Благодаря этому грунтовая вода всасывается через фильтрующие звенья иглофильтров и откачивается за пределы выработки. При строительстве используют иглофильтровые установки типов ЛУИ, ПВУ, В - 5НДВ и ИФУ. Диаметр иглофильтров 50 мм.

Установки типов ЛУИ-2, ПИУ-3 и ИФУ оборудованы самовсасывающими вихревыми насосами, остальные - центробежными и вакуум-насосами. Расстояние между тройниками для иглофильтров на всасывающем трубопроводе, установках типов ПВУ-1, ПВУ-2 и ВА-5НДВ - 0,6 м, на остальных - 0,75 м. При водопонижении более 4 м для грунтов с $K=(10\div 30)$ м в сутки иглофильтры устанавливают через 0,6 - 0,75 м; при водопонижении на 3 - 4 м расстояние между ними может быть принято 0,75 - 1,5 м; при

понижении менее 3 м - 1,5 - 3 м. При глубине водопонижения до 5 м и $K > 15$, если траншея не пересекает водоупор, можно ограничиться одним рядом фильтров. При погружении иглофильтров применяют обсыпку фильтрового звена смесью песка и гравия (размером 0,5 - 5 мм).

Приток на 100 м длины траншеи Q_{100} в м³ с двух сторон может быть подсчитан по упрощенной формуле:

$$Q_{100} = \beta K S, \quad (6)$$

где β - коэффициент, принимаемый равным 1-3 (максимальное значение коэффициента принимается при малом K , минимальное при $K > 30$ м в сутки)

Время осушения

$$t_0 = C^2 \frac{\mu}{3KS_{II}}, \quad (7)$$

где

$$C = \left(\frac{S_{II}}{S_{II} - S_T} \right)^2 b, \quad (8)$$

b - расстояние от створа иглофильтров до низа противоположной стенки траншеи, м;

μ - коэффициент водоотдачи;

S_T - глубина траншеи ниже уровня грунтовых вод, м;

S_{II} - расчетная глубина понижения уровня воды в створе иглофильтров в м, определяемая по формуле

$$S_{II} = h_g - (h_1 + h_2), \quad (9)$$

где h_v - вакуум, развиваемый насосом при данном расходе откачиваемой воды, м вод. ст.;

h - расстояние от оси насоса до уровня воды (до понижения),

h_1 - величина, учитывающая гидравлические потери и влияние расстояния между фильтрами, м.

При расстоянии между фильтрами 1,5 м $h_2 = 2$ м; при расстоянии 0,75 м $h_2 = 1.5$ м. Если значение S_{II} превышает или равно возможному заглублению фильтра по отношению к уровню грунтовых вод h_{cp} , то расчетную величину S_{II} рекомендуется принимать при расстоянии между фильтрами 1,5 м $S_{II} = h_{cp} - 1$ м, а

при расстоянии 0,75 м $S_{II} = h_{\phi} - 0,5$ м. При двухсторонней установке иглофильтров время осушения грунта может быть найдено по формуле:

$$t = \frac{b_{II}\mu}{3K} \left(\frac{1}{S_{II} - S_T} - \frac{1}{S_{II}} \right), \quad (10)$$

где b_{II} - расстояние между рядами фильтров, м.

При необходимости понижения уровня воды более чем на 5 м, иглофильтры располагают в два и более ярусов или применяют эжекторные иглофильтры. Применение эжекторных иглофильтров также целесообразно в грунтах с небольшим коэффициентом фильтрации (0,1 - 5 м в сутки), а также при откачке газонасыщенных грунтовых вод и при близком расположении водоупора (2—3 м от дна траншеи). Эжекторные иглофильтры типов ЭИ-5 и ЭИ-6 часто применяют при щитовой проходке, когда необходимо понижение уровня грунтовых вод до 15 - 16 м от поверхности земли.

Они хорошо работают при грунтах с коэффициентом фильтрации 3 -50 м в сутки. Работа иглофильтров типов ЭИ-5 и ЭИ-6 обеспечивается насосами марки 6НД производительностью 200 - 300 м³/ч при напоре 7-8 атм. с двигателями мощностью 75 кВт, $n=2950$ об/мин. Воду после подъема откачивают насосами типа 8К-18 с электродвигателями мощностью 20 кВт и $n=1450$ об/мин.

Для работы иглофильтров типа ЭИ-2,5 достаточен напор 40 м. Эжектор иглофильтра хорошо работает и в условиях его размещения выше уровня воды. Иглофильтры подбирают в зависимости от коэффициента фильтрации грунта и высоты подъема.

Расчет осушения строительных котлованов иглофильтровыми установками с применением постоянного тока

Осушение водонасыщенных незасоленных глинистых грунтов с коэффициентом фильтрации менее 0,5 м в сутки требует применения электроосушения, так как обычные методы в этих условиях неэффективны. Сущность метода состоит в том, что вокруг массива грунта создается электроосмотическая завеса, приводящая заключенную в массиве воду в капиллярно натяжное

состояние. Размеры котлованов, в которых можно применять иглофильтры, не должны превышать 40x40 м.

На рисунке 3 изображена технологическая схема осушения иглофильтрами с применением электроотсоса. Иглофильтры (катоды) устанавливают по периметру котлована на расстоянии 1,2 м один от другого и на расстоянии 1,5 м от бровки котлована. Глубина погружения иглофильтров от проектного понижения уровня грунтовых вод должна быть не меньше 3 м. Погружение происходит с применением размыва грунта.

Электроды (аноды) - металлические стержни или трубы диаметром 38 мм - погружают на ту же глубину по периметру котлована с внутренней стороны контура и на таком же расстоянии, как и иглофильтры.

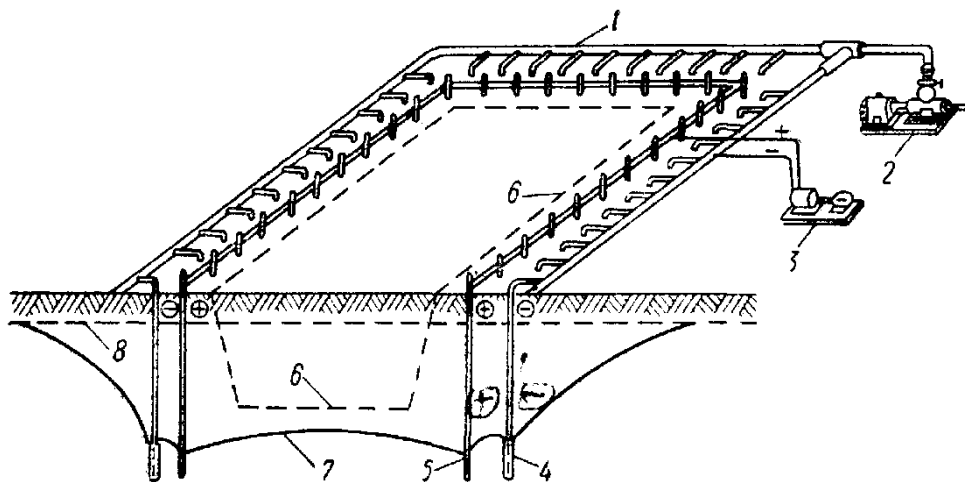


Рисунок 3.Схема осушения грунта с применением электроотсоса:

1 - коллектор; 2 - насос; 3 - генератор; 4 - иглофильтр;
5 - металлические стержни; б - контур котлована; 7 - пониженный уровень грунтовых вод; 8 - непониженный уровень грунтовых вод.

Иглофильтры (катоды) и электроды (аноды) расставляют в шахматном порядке с расстоянием между рядами 0,8 м. Электроды должны выступать на 0,2—0,4 м над поверхностью земли для возможности их подключения к электросети. Электроды (аноды) соединяют сваркой арматурным железом диаметром 10 мм и подключают к полюсу источника постоянного тока через распределительный щит, на котором смонтирован амперметр и вольтметр. Иглофильтры-катоды подключают в общую

электрическую сеть через коллектор на минус источника тока. Иглофильтры рекомендуется устанавливать с дренирующей обсыпкой.

В целях соблюдения условий техники безопасности рабочее напряжение следует устанавливать 50 – 60 В. Время активного электроосушения принимают равным трем суткам. Воду откачивают непрерывно как до понижения уровня грунтовых вод, так и в период производства работ в котловане.

Потребная мощность электроустановки в кВт определяется по формуле

$$P = \frac{VF}{1000}, \quad (11)$$

где F - площадь сечения завесы в вертикальной плоскости между электродными рядами, м^2 .

V - рабочее напряжение постоянного тока, в.

К работе по электроосушению грунта можно приступать только после тщательной проверки смонтированной установки, ее строгому соответствию проекту.

Пример 3. Расчет электроосушения котлована. Исходные данные: размеры котлована в плане 20X30 м, глубина $h=3$ м; грунт - суглинок водонасыщенный, уровень грунтовых вод на поверхности; коэффициент фильтрации $K=0,02$ м/сут; напряжение постоянного тока $V=50$ в. Расстояние между катодными и анодными рядами 0,8 м. Определим периметр котлована

$$2 \cdot 20 + 2 \cdot 30 = 100 \text{ м}$$

Глубина погружения иглофильтров

$$H = h + 3 = 3 + 3 = 6 \text{ м}$$

Площадь электроосмотической завесы

$$F = 100 \cdot 6 = 600 \text{ м}^2.$$

Потребная мощность генератора

$$P = \frac{VF}{1000} = \frac{50 \cdot 600}{1000} = 30 \text{ кВт.}$$

При расстоянии между иглофильтрами в ряду 1,2 м, потребное количество иглофильтров будет:

$$n = \frac{100}{1,2} = 83 \text{ шт.}$$

Количество анодных труб при шахматном расположении иглофильтров $n_1 = n - 1 = 82$ шт. длиной, равной глубине погружения иглофильтров:

$$H + 0,5\text{м, т.е. } 6 + 0,5 = 6,5 \text{ м.}$$

Задача 4. Электроосушение котлована.

Исходные данные:

Размеры котлована в плане $20 \times 40\text{м}$, глубина $h=3,5\text{м}$, грунт суглинок водонасыщенный, уровень грунтовых вод на поверхности; коэффициент фильтрации $K=0,02\text{м}$ в сутки, расстояние между анодными и катодными рядами $0,8\text{м}$; напряжение постоянного тока $V=50\text{В}$. Определить количество иглофильтров.

7. Состав материалов для разработки проекта реконструкции подземного сооружения

Проект реконструкции подземного сооружения или заглубленной части здания должен разрабатываться на основании технического задания на проектирование, выданного организацией-заказчиком.

Техническое задание на проектирование подземного сооружения или заглубленной части здания помимо общих пунктов, обязательных для гражданского строительства должно содержать сведения:

- о геотехнической категории объекта;
- об уровне ответственности подземного сооружения;
- об уровне ответственности близрасположенных зданий и сооружений, на которые могут оказать влияние работы по реконструкции.

Для реконструируемых сооружений II и III геотехнической категории или I и II уровней ответственности в техническое задание на проектирование должны быть включены требования по оценке влияния реконструкции на окружающие здания и сооружения, по разработке проекта мероприятий по защите окружающей застройки (при их необходимости), а также по проведению мониторинга на объекте.

Для сооружений I уровня ответственности рекомендуется проводить оценку влияния реконструкции на существующую

застройку методами математического моделирования, привлекая для этого специализированные организации.

Исходные данные для разработки рабочего проекта реконструкции подземного сооружения или заглубленной части здания должны содержать:

- техническое задание на разработку проектной документации;
- результаты инженерно-геологических изысканий;
- материалы обследований реконструируемого сооружения;
- материалы обследований зданий и сооружений, находящихся в зоне влияния реконструируемого сооружения;
- документацию по производству опытных работ на площадке при их наличии;
- результаты геодезических и прочих видов наблюдений за реконструируемым сооружением при их наличии;
- заключение о влиянии реконструкции на окружающие здания и сооружения;
- заключение о возможности реконструкции;
- материалы топографической съемки, геоподоснова площадки;
- конструктивные чертежи реконструируемого сооружения;
- исполнительная документация для всех конструкций, взаимодействующих с грунтовым массивом;
- намеченные конструктивные решения по реконструкции надземной части сооружения при ее наличии;
- данные о величинах нагрузок на фундаментные и ограждающие конструкции;
- данные о величинах предельных деформаций фундаментных и ограждающих конструкций;
- технико-экономическое сравнение вариантов реконструкции при двухстадийном проектировании.

Библиографический список

1. Цытович Н.А. Механика грунтов: Краткий курс: Учебник. Изд. 4-е. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 272с.
2. Мариупольский Л.Г. Исследования грунтов для проектирования и строительства свайных фундаментов.- М.: Стройиздат, 1989. – 199с.
- 3.Моисеев В.Ю. и др. Инженерная подготовка застраиваемых территорий. Киев: Будивильник, 1974. – 340с.
4. Пахомова Е.Г. Методические рекомендации для проведения практических работ по дисциплине «Инженерные изыскания в строительстве» / Юго-Западный гос. ун-т. Курск, 2017. – 19 с.
5. СП 47.13330.20**. Инженерные изыскания для строительства. М.: Изд. стандартов, 2014 – 46 с.
6. ГОСТ 20522-96. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. М.: Изд. стандартов, 1997.
7. ГОСТ 12248-96. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. М.: Изд. стандартов, 1997. – 102с.
8. ГОСТ 5686-94. Грунты. Методы полевых испытаний сваями. М.: Изд. стандартов, 1996. – 54с.

Приложение 1

Таблица 1П

Значения коэффициента V_α при односторонней доверительной вероятности $\alpha=0,95$

Число степеней свободы К	Значения V_α при параметре λ равном					
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
3	2,94	3,02	3,09	3,14	3,17	3,19
4	2,61	2,67	2,72	2,75	2,77	2,78
5	2,44	2,49	2,53	2,55	2,57	2,57
6	2,34	2,38	2,41	2,44	2,45	2,45
7	2,27	2,31	2,34	2,36	2,36	2,36
8	2,22	2,26	2,28	2,30	2,31	2,31
9	2,18	2,22	2,24	2,26	2,26	2,26
10	2,15	2,19	2,21	2,22	2,23	2,23
11	2,13	2,16	2,18	2,20	2,20	2,20
12	2,11	2,14	2,16	2,18	2,18	2,18
13	2,09	2,12	2,15	2,16	2,16	2,16
14	2,08	2,11	2,13	2,14	2,15	2,15
15	2,07	2,10	2,12	2,13	2,13	2,13
16	2,06	2,09	2,11	2,12	2,12	2,12
17	2,05	2,08	2,10	2,11	2,11	2,11
18	2,04	2,07	2,09	2,10	2,10	2,10
19	2,03	2,06	2,08	2,09	2,09	2,09
20	2,03	2,06	2,08	2,08	2,08	2,09

Таблица 2П

Значения коэффициента ω

Значения ω при форме штампа							
Круг	Квадрат	Прямоугольник с соотношением сторон l/b					
		1,5	2	3	4	5	10
0,79	0,88	1,08	1,22	1,44	1,61	1,72	2,12