ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОСНОВАНИЙ И
ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ ИМЕНИ Н.М.ГЕРСЕВАНОВА
ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ ГЛИНИСТОЙ КОРКИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЗАВЕС СПОСОБОМ "СТЕНА В ГРУНТЕ"

Москва - 1984

gost.e-ecolog.ru

УДК 624. I84.I6

В Рекомендациях приводится технология регулирования параметров глинистой корки в различных грунтах при строительстве сооружений способом "стена в грунте" с целью использования противофильтрационных свойств корки.

Глинистый раствор образует кольматационную зону грунта и глинистую корку на стенках траншеи в процессе ее разработки. Закольматированный грунт в контакте с глинистой коркой составляют глинистый экран, который является хорошим гидроизоляционным слоем.

Рекомендации разработаны в НИИОСПе им.Н.М.Герсеванова авторским коллективом в составе: ст. инж. К.П.Кацов, ст. науч.сотр., канд.техн. наук А.А.Морозов, инж. Большаков, докт. техн. наук, проф. М.И.Смородинов, одобрены секцией Научно-технического совета и рекомендованы к изданию.

Все замечания и предложения по содержанию Рекомендаций просим направлять по адресу: I09389, НИИОСП.

© Ордена Трудового Красно
институт оснований и подзе
I984

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие Рекомендации распространяются на технологию формирования глинистой корки в суглинистых, супесчаных и песчаных грунтах с размером частиц не крупнее I,0 мм при строительстве противофильтрационных завес и подземных сооружений способом " стена в грунте".

I.2. Рекомендации разработаны для следующих условий: разность напоров, действующих на сооружение в период его эксплуатации не более I0 м; градиент напора $J \leqslant 500$.

I.3. Для приготовления глинистых растворов используют натриевые бентонитовые глины. Применение кальциевых бентонитовых глин допускается при введении химических реагентов, позволяющих переводить их в натриевые.

I.4. Глинистые растворы, применяемые при строительстве подземных сооружений способом "стена в грунте", предназначены: для удержания стенок траншеи от обрушения; для транспортирования бурового шлама при устройстве траншей фрезерованием или бурением; для формирования кольматационного слоя грунта и глинистой корки.

I.5. Формирование глинистой корки на стенках траншеи происходит на границе раздела раствора с грунтом. На контакте с грунтом частицы бентонита связываются в плотный гель, который остается на стенках траншеи в виде водонепроницаемой глинистой корки.

I.6. Образующаяся на стенках грунта глинистая корка является гидроизоляционным слоем с коэффициентом фильтрации $I0^{-5} \div I0^{-6}$ м/сут. при начальном градиенте фильтрации $J_0 = I0\text{-}I5$.

I.7. Проницаемость и толщина глинистой корки зависит от:

условий, в которых она формируется;

содержания глинистых частиц в растворе;

типа глин, из которых приготавливают глинистый раствор;

дисперсности глинистых частиц;

качества приготовления глинистого раствора.

Управлять проницаемостью и толщиной глинистой корки можно, изменяя содержание и свойства твердой фазы глинистого раствора и используя обработку его химическими реагентами.

2. ГЛИНИСТЫЕ РАСТВОРЫ И ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ПРИГОТОВЛЕНИЮ

2.1. Глинистые растворы, применяемые при строительстве подземных сооружений и противофильтрационных завес способом "стена в грунте", обладают следующими особенностями:

тиксотропией, т.е. способностью загустевать при покое и разжижаться при перемешивании; способностью образовывать малопроницаемую глинистую корку на стенках траншеи; способностью удерживать во взвешенном состоянии частицы выбуренной породы; чувствительностью к действию химических реагентов.

2.2. Глинистые растворы, применяемые при строительстве подземных сооружений способом "стена в грунте", должны отвечать следующим требованиям: стабильность должна быть не более 0,02 г/см^3; суточный отстой - не более 8% по объему; водоотдача - не более 15 см^3 за 30 мин; условная вязкость 19-25 с; содержание песка - не более 8%; плотность при применении бентонитовых глин 1,05 ÷ 1,15 г/см^3 и при применении местных глин 1,15 ÷ 1,35 г/см^3.

Наилучшие показатели глинистого раствора достигают при максимальном диспергировании глины.

2.3. Для приготовления глинистых растворов рекомендуется применять натриевые бентонитовые глины. Эти глины обладают высокой пептизацией в воде и дают возможность получения из них стабильных тиксотропных растворов.

2.4. Для улучшения показателей глинистых растворов последние обрабатывают химическими реагентами. Химические реагенты позволяют перевести кальциевые глины в натриевые. Наиболее часто применяемые неорганические реагенты - диспергаторы для обработки глинистых растворов приведены в табл. 1.

2.5. Глинисто-силикатные растворы готовятся из тонкодисперсных бентонитовых глин на основе силикатов натрия или калия плотностью 1,35 ÷ 1,45 г/см^3.

2.6. Глинисто-силикатные растворы применяют для строительства подземных сооружений и противофильтрационных завес способом "стена в грунте" в суглинистых, супесчаных и песчаных грунтах с коэффициентом фильтрации в диапазоне 0,07-7 м/сут.

Таблица I. Основные неорганические реагенты для обработки глинистых растворов

Наименование реагента	Назначение реагента	Способ введения в раствор	Рекомендуемая дозировка, % от массы твердой фазы	Степень воздействия
Кальцинированная сода (Na_2CO_3)	Переводит кальциевые глины в хорошо набухаемые, легко диспергируемые натриевые	С водой затворения	0,25-I,5	Диспергатор твердой фазы
Каустическая сода (NaOH)	То же	То же	0,05-0,0I5	То же
Силикат натрия ($Na_2O \cdot nSiO_2$)	"	"	2,0 - 4,0	"
Гексаметафосфат $(NaPO_3)_6$	Удаляет ионы кальция из раствора	"	0,05-0,I	"
Фтористый натрий (NaF)	Переводит кальциевую глину в натриевую	"	0,2 - 0,35	"

3. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ ГЛИНИСТОЙ КОРКИ

3.1. При проектировании противофильтрационных завес и проведении фильтрационных расчетов необходимо учитывать противофильтрационные показатели глинистой корки.

3.2. Для глинистой корки как противофильтрационного материала определяют следующие показатели: коэффициент фильтрации материала глинистой корки k ; допустимый градиент напора $J_д$; толщину глинистой корки $\delta_к$.

При устройстве подземных сооружений и противофильтрационных завес способом "стена в грунте" необходимо создавать на стенках траншеи глинистую корку расчетной толщины (см.пп.3.13 и 3.14 настоящих Рекомендаций) исходя из проектного градиента напора.

3.3. Толщина, коэффициент фильтрации и допустимый градиент напора глинистой корки зависят от технологии проведения работ по устройству подземных сооружений.

Технология регулирования параметров глинистой корки зависит от следующих факторов: типа глины для приготовления глинистого раствора; химического реагента для обработки глинистого раствора; дисперсности глинистых частиц в растворе; количества твердой фазы в растворе; времени формирования корки на стенках траншеи; разности гидростатических давлений глинистого раствора и грунтовой воды; типа грунта, на котором формируется глинистая корка.

Варьирование этих факторов приводит к существенному изменению параметров глинистой корки.

3.4. Параметры глинистой корки зависят от тиксотропных свойств раствора, которые определяются типом глин, применяемых для приготовления раствора и дисперсностью глинистых частиц в растворе.

3.5. Образование водонепроницаемой корки возможно при использовании растворов, отвечающих требованиям п.2.2 настоящих Рекомендаций.

3.6. Обработка растворов химическими реагентами (см.табл.1) снижает проницаемость корки в результате пептизирующего действия реагентов.

3.7. Добавка силиката натрия в глинистые растворы позволяет уменьшить коэффициент фильтрации глинистой корки в 1,5–2 раза и повысить допустимый градиент напора в 3–5 раз. Зависимость скорости фильтрации от градиента напора для глинистых корок, сформированных

из ряда глин, приведена на рис. I.

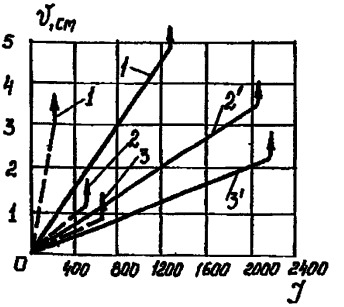


Рис. I График зависимости скорости фильтрации v, см, в глинистых корках от градиента напора:
I,I^I; 2,2^I; 3,3^I – глинистые корки, сформированные соответственно из глин кудиновского карьера, константиновского и мехарадзевского бентонитов;
I,2,3–корки, сформированные из растворов, не обработанных химическими реагентами;
I^I,2^I,3^I–корки, сформированные из растворов, обработанных силикатом натрия (4% от массы глины).

Глинистые корки, сформированные из глинисто-силикатных растворов, содержащих силикат натрия в количестве 4–5% от массы глины обладают наименьшей водопроницаемостью. Такое количество добавки является оптимальным. При приготовлении растворов из местных глин, наряду с силикатом натрия, необходимо вводить фтористый натрий в количестве 0,3–0,5% от массы глины в растворе.

Примечание: I. Добавка силиката натрия в результате диспергации глинистых частиц способствует также повышению допустимого градиента напора за счет упрочнения связей между глинистыми частицами.

3.8. Допустимый градиент напора $J_д$ следует принимать равным

$$J_д = \frac{J_{кр}}{k},$$

где $J_{кр}$ – критический или разрушающий градиент напора;
k – коэффициент запаса равный 2–4.

Так, например, для корки, сформированной на крупных песках, рекомендуется принимать $J_д$ = 500, так как $J_{кр}$ составляет 2000–2500. Для корки, сформированной на средних и мелких песках, супесях и суглинках $J_{кр}$ значительно больше, чем для корки на крупных песках. При расчете допустимых градиентов напора следует принимать значение $J_д$, соответствующее корке, сформированной на крупных песках.

3.9. Толщина глинистой корки на поверхности стенок траншеи увеличивается во времени. Характер изменения толщины глинистой кор-

ки и количества фильтрующейся через корку воды, приведен на рис. 2 и 3.

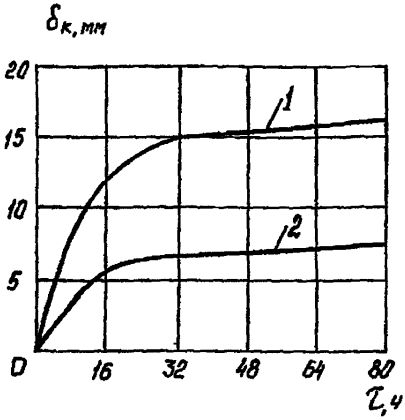


Рис.2. Изменение толщины глинистой корки $\delta_к$, мм, во времени τ, ч : I - ΔP = 0,08 МПа; Т = 27с; 2 - ΔP = 0,02 МПа; Т=I7с

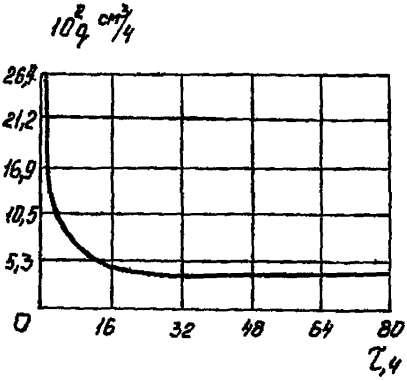
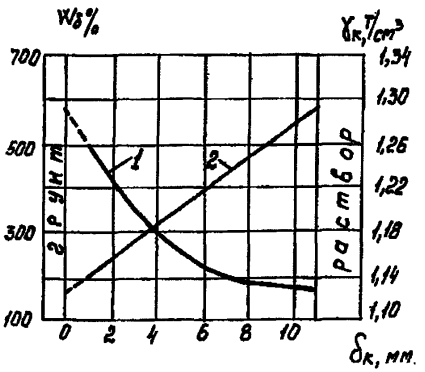


Рис. 3. Изменение количества фильтрующейся воды q, см³/ч, через корку во времени τ, ч

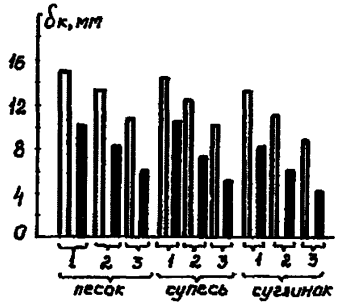
Примечание. Плотность и влажность по сечению глинистой корки не одинаковы. Характер изменения плотности и влажности по толщине глинистой корки приведен на рис. 4.

Рис. 4. Графики изменения плотности (I) и влажности (2) по толщине глинистой корки



3.10. Толщина глинистой корки, оформированной на разных грунтах, не одинакова при прочих равных условиях. Диаграмма изменения толщины глинистой корки в зависимости от вида грунта, на котором она формируется, приведена на рис. 5.

Рис.5. Диаграмма изменения толщины глинистой корки $\delta_к$, мм, в различных грунтах от разности гидростатических давлений глинистого раствора и грунтовой воды ΔP и времени τ, ч : I,2,3-соответственно при ΔP, равном 0,08; 0,05 и 0,02 МПа (на диаграмме темные столбцы означают изменение толщины глинистой корки за 8 ч, светлые – за 24 ч).



3.11. Технология регулирования параметров глинистой корки осуществляется варьированием следующих показателей глинистого раствора: плотности, условной вязкости, содержания твердой фазы, а также времени формирования глинистой корки в зависимости от разности гидростатических давлений глинистого раствора и грунтовой воды.

Разность гидростатических давлений ΔP глинистого раствора и грунтовой воды рассчитывается по формуле:

$$\Delta P = g(H_р \cdot \rho_р - H_в \cdot \rho_в), \qquad (I)$$

где ΔP – разность гидростатических давлений, Па;

g – ускорение силы тяжести, м/с^2;

$H_р$ – напор глинистого раствора в траншее до расчетного горизонта, м;

$\rho_р$ – плотность глинистого раствора, кг/м^3;

$H_в$ – напор грунтовых вод до расчетного горизонта, м;

$\rho_в$ – плотность воды, кг/м^3.

Примечание. Остальные показатели глинистого раствора принимаются по п.2.2 настоящих Рекомендаций.

3.12. Толщину глинистой корки, сформированной на песке, определяют по формуле:

$$\delta_к^п = \Delta P\,(0{,}05\tau - 0{,}674) + \tau(0{,}019T - 0{,}204) - 0{,}139T + 5{,}415, \qquad (2)$$

где $\delta_к^п$ – толщина глинистой корки на песке, мм;

ΔP – разность гидростатических давлений глинистого раствора и грунтовой воды Па;

τ – время формирования глинистой корки, ч (τ не более 24 ч);

T – условная вязкость глинистого раствора, с

3.13. Изменения толщины и плотности глинистой корки, сформированной на песке, в зависимости от времени ее формирования, разности гидростатических давлений глинистого раствора и грунтовой воды и условной вязкости раствора приведены на рис. 6 и 7.

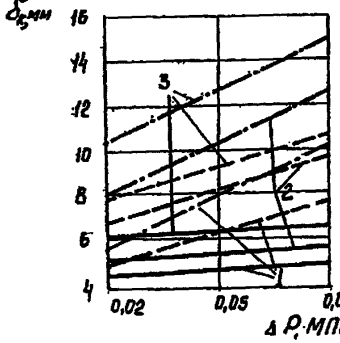


Рис.6. Изменение толщины глинистой корки $\delta_к$, мм, в зависимости от времени ее формирования τ, ч, разности гидростатических давлений глинистого раствора и грунтовой воды ΔP и условной вязкости раствора T, с: сплошные линии даны для T = 17с, пунктирные – для T = 22с; штрихпунктирные – для T = 27с

3.14. Толщину глинистой корки $\delta_к$, сформированной на супеси и суглинке, следует определять по формуле:

$$\delta_к = a \cdot \delta_к^п, \qquad (3)$$

где a – коэффициент, равный 0,85;

$\delta_к^п$ – толщина корки, сформированной на песке, мм.

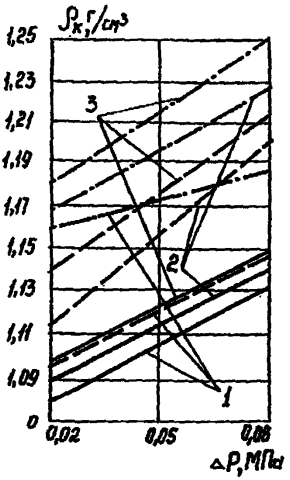


Рис. 7. Изменение плотности глинистой корки $\rho_к$, г/см³, в зависимости от времени ее формирования τ, ч, разности гидростатических давлений глинистого раствора и грунтовой воды ΔP и условной вязкости раствора Т, с. Обозначения те же, что на рис. 6

8.15. На основании формулы /2/ находят время выдерживания раствора в траншее τ или условную вязкость раствора Т, необходимые для формирования глинистой корки с заданными параметрами.

Время формирования глинистой корки определенной толщины, при которой гидравлический градиент напора не превысит 1000, можно определить пользуясь табл. 2.

8.16. Условная вязкость и время формирования глинистой корки с заданными параметрами в зависимости от разности гидростатических давлений глинистого раствора и грунтовой воды определяют, пользуясь номограммой (рис. 8).

Таблица 2. Время формирования τ, ч глинистой корки определенной толщины $\delta_к$, мм, при заданных условной вязкости Т, с, раствора и напор Н, м

Условная вязкость раствора Т, с	Напор Н, м											
	4			6			8			I0		
	Толщина глинистой корки $\delta_к$, мм											
	2-4	4-6	6-8	2-4	4-6	6-8	2-4	4-6	6-8	2-4	4-6	6-8
I7	2-5	До 2		I9-22	I6-I9	I3-I6	Применять не рекомендуется			Применять не рекомендуется		
I9	2-4	До 2		I4-I7	I0-I4	7-I0	2-4	23-26	I9-23	То же		
22	2-4	До 2		9-I3	5-9	2-5	I8-22	I4-I8	I0-I4	Применять не рекомендуется		20-24
25	2-3	До 2		7-II	2-7	До 2	I4-I8	I0-I4	5-I0	Применять не рекомендуется		I3-I7
27	2-3	До 2		5-8	2-5	До 2	I2-I6	8-I2	3-8	I8-23 I4-I8		I0-I4

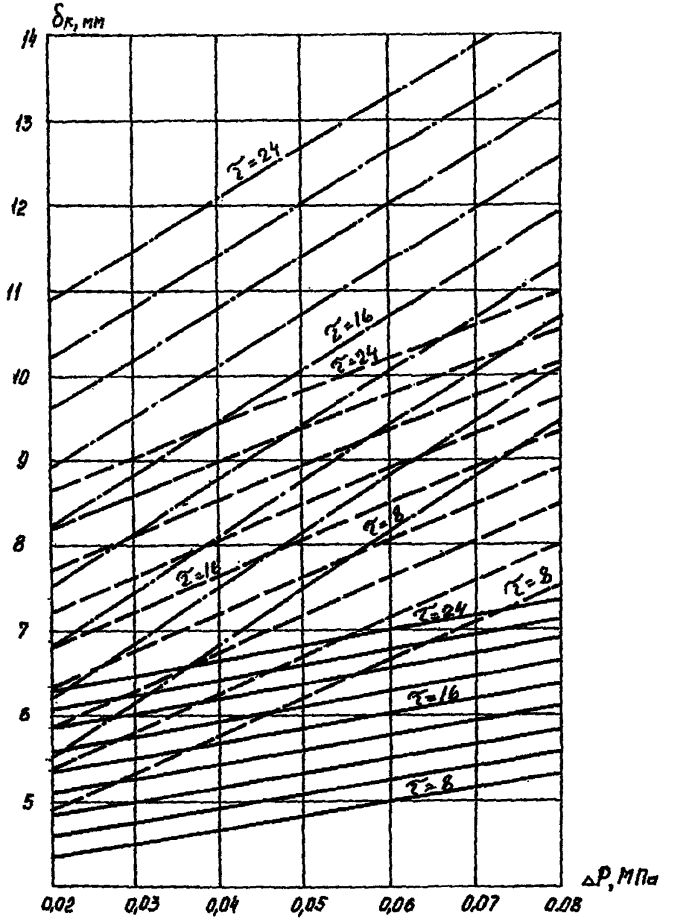


Рис. 8. Номограмма определения времени формирования глинистой корки при заданных значениях толщины $\delta_к$, мм, и разности гидростатических давлений глинистого раствора и грунтовой воды ΔP.
Обозначения те же, что на рис. 6

ПРИМЕР РАСЧЕТА УСЛОВНОЙ ВЯЗКОСТИ РАСТВОРА Т И ВРЕМЕНИ τ ФОРМИРОВАНИЯ ГЛИНИСТОЙ КОРКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ, В КОТОРЫХ ОНА ФОРМИРУЕТСЯ

Исходные данные следующие. Разность напоров ΔH, которая будет действовать на завесу во время ее эксплуатации; разность гидростатических давлений ΔP глинистого раствора и грунтовой воды, которая предварительно рассчитывается по формуле (I).

Зная разность напоров и допустимый градиент напора, определяют требуемую толщину глинистой корки по формуле:

$$\delta_к = \frac{\Delta H}{J_g}. \qquad (4)$$

Необходимые значения условной вязкости раствора Т и времени формирования глинистой корки τ требуемой толщины находим по монограмме (см.рис.8). Зависимость толщины глинистой корки $\delta_к$ от условной вязкости раствора Т при каком-то определенном значении ΔP представлена семейством прямых с различным временем выдерживания раствора в траншее, имеющими равный угол наклона к оси $\delta_к$.

Последовательность нахождения Т и τ следующая. Восстанавливаем перпендикуляры к осям абсцисс и ординат из точек с соответствующими значениями $\delta_к$ и ΔP. Пересечение перпендикуляров дает точку А, из которой проводят прямые, параллельные каждому из семейств прямых с соответственной условной вязкостью раствора Т до пересечения с вертикальной линией, показывающей время τ .
Например: $\Delta H = 6$ м; $\Delta P = 0{,}03$ МПа; $J_g = 1000$.
Определим по формуле (4) $\delta_к$, равную 6 мм.

Пересечение перпендикуляров, дает точку, которая показывает, что для заданных параметров необходим раствор с условной вязкостью Т = 17 с, при выдерживании его в траншее в течение 20 ч (см.рис.8, прямая А). Растворы с Т = 22 с и 27 с необходимо выдерживать в траншее соответственно 11 и 8 ч.

4. КОНТРОЛЬ ЗА ПРОЦЕССОМ ФОРМИРОВАНИЯ ГЛИНИСТОЙ КОРКИ

4.I. В процессе устройства подземных сооружений и противофильтрационных завес способом "стена в грунте" осуществляют систематический контроль за показателями глинистого раствора, толщиной и водопрочностью глинистой корки.

4.2. Пробы глинистого раствора отбирают батометром не реже чем один раз в смену и определяют следующие показатели: плотность, условную вязкость, содержание песка, стабильность, суточный отстой.

4.3. Контроль показателей глинистой корки на строительной площадке заключается в определении ее толщины, прибором КМ-I (приложение).

Коэффициент фильтрации глинистой корки и допустимый градиент напора определяют в приборе для определения фильтрационных характеристик глинистых корок. Исследуемые образцы отбирают прибором КМ-I.

4.4. Контроль за толщиной глинистой корки осуществляют не реже чем один раз в смену. Толщину глинистой корки определяют с точностью $\pm$ I мм.

Приложение

Прибор КМ-I для контроля толщины глинистой корки

Прибор КМ-I применяется для получения образцов глинистой корки с целью определения ее показателей. Схема прибора дана на рис.9

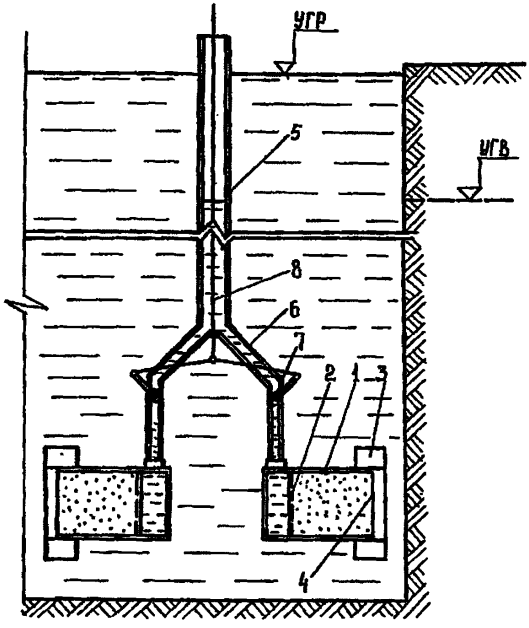


Рис.9.Схема прибора для определения толщины глинистой корки в траншее

Глинистая корка формируется на песке, помещенном в прибор КМ-I, который опускают в траншею на требуемую глубину. Толщину глинистой корки замеряют после извлечения образца на поверхность.

Прибор КМ-I состоит из двух гильз I, заполненных песком, один конец которых закрыт перфорированной перегородкой 2. С другой стороны гильзы крепится камера 3, в зоне которой образуется глинистая корка 4. Гильза соединяется с вертикальной трубой 5 патрубком 6, имеющим кран 7, дистанционное управление которым производится тягой 8. Труба состоит из секций длиной по I м.

Перед опусканием прибора в траншею гильзу заполняют песком, патрубок при этом должен быть заполнен водой. После заполнения гильзы песком кран перекрывается. Работа с прибором КМ-I осуществляется следующим образом.

Прибор опускают в траншею, заполненную глинистым раствором, и фиксируют на заданной глубине. При наличии грунтовых вод сразу после опускания прибора трубу 5 заполняют водой до отметки грунтовых вод и открывают кран 7. Верхний конец трубы должен быть выше уровня глинистого раствора не менее 800 мм. В таком положении прибор выдерживается в траншее заданное время, затем кран закрывают. После этого прибор поднимают на поверхность, отсоединяют гильзу, снимают камеру 8 с глинистой коркой и замеряют ее толщину и водопрочность.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 8
2. ГЛИНИСТЫЕ РАСТВОРЫ И ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ПРИГОТОВЛЕНИЮ 4
3. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ ГЛИНИСТОЙ КОРКИ 6
4. КОНТРОЛЬ ЗА ПРОЦЕССОМ ФОРМИРОВАНИЯ ГЛИНИСТОЙ КОРКИ 15
ПРИЛОЖЕНИЕ . ПРИБОР КМ-1 ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТОЛЩИНЫ ГЛИНИСТОЙ КОРКИ 16

НИИ оснований и подземных сооружений имени Н.М.Герсеванова
Рекомендации по регулированию параметров глинистой корки при строительстве противофильтрационных завес способом "стена в грунте".
Отдел патентных исследований и научно-технической информации
Зав. отделом Б.И.Кулачкин
Редактор Г.Н.Кузнецова

Л - 94074 . Подп. в печать 29/III 1984г. Заказ № 460
Формат 60 х 90 1/16. Бумага офсетная. Усл.печ.л.1,13.
Уч. изд. л. 1,18. Усл.кр.-отт.1,38 Тираж 500 экз.
Цена 15 коп.

Отпечатано в Производственных экспериментальных мастерских ВНИИИС Госстроя СССР
121471, Москва, Можайское шоссе, 25

gost.e-ecolog.ru