Министерство высшего и среднего специального образования СССР

Научно-исследовательский институт организации и управления в строительстве при МИСИ им. В.В.Куйбышева

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗАГЛУБЛЕННЫХ ЧАСТЕЙ ОБЪЕКТОВ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ

Москва 1984

gost.e-ecolog.ru

Р а з р а б о т ч и к и:

д.т.н., профессор Цай Т.Н.,

к.т.н. Талалай А.Л.,

к.т.н. Сорокин В.В.,

Кузьмина В.А.,

Менейлюк А.И.,

Терехин Е.Ф. (Павлодарский индустриальный институт),

Кацов К.П. (НИИОСП им. Н.М. Герсеванова)

Министерство высшего и среднего
специального образования СССР

Научно-исследовательский институт
организации и управления в строительстве
при МИСИ им. В.В. Куйбышева

Согласовано
с начальником технического
управления Минтяжстроя Казахской ССР
В.В.Кимом

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗАГЛУБЛЕННЫХ ЧАСТЕЙ ОБЪЕКТОВ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ

Москва - 1984

УДК 624.152.61 624.152.612.2

Рецензент - трест Гидроспецфундаментстрой Минмонтажспецстроя СССР (А.Н. Басиев)

Научный редактор - к.т.н. Валеев Р.Х.

В рекомендациях изложены принципы проектирования рациональной организации работ по возведению заглубленных частей объектов в сложных грунтовых условиях, а также требования к организационно-технологическим решениям и инженерным изысканиям по возведению таких объектов. Даны рекомендации по определению области рационального применения способа "стена в грунте" по сравнению с традиционными способами водопонижения.

Предназначены для использования работниками строительных организаций, проектных и проектно-технологических институтов при разработке проектной документации, ПОС и ППР, внедрении новой техники, экспертизе проектной документации на строительство заглубленных частей объектов в сложных условиях, а также при чтении лекций для студентов специальностей 1202, 1206, 1209, 1721, на факультетах и курсах повышения квалификации и в университетах технического прогресса.

© НИИОУС при МИСИ им. В.В. Куйбышева, 1984 г.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основной целью организации строительно-монтажных работ в сложных условиях является обеспечение непрерывности их планомерного развертывания и выполнения, а также ввод в действие объектов строительства в установленные сроки с высокими технико-экономическими показателями.

Строительно-монтажные работы в сложных условиях характеризуются производством работ в обводненных, неустойчивых грунтах, стесненных условиях строительных площадок, когда применяются специальные способы производства работ для возведения ограждающих, несущих и противофильтрационных конструкций (обобщенные характеристики и область применения специальных способов см. в прил. I).

Специальные способы производства работ используются при выполнении строительно-монтажных работ подготовительного периода, нулевого цикла, в условиях реконструкции, для защиты окружающей среды, при возведении постоянных водозащитных систем, используемых в процессе эксплуатации построенного объекта.

Возможность и целесообразность применения специального способа

рассматриваются на различных стадиях процесса проектирования: при подготовке исходных данных, проекта решения о проектировании, разработке задания и составлении сметы на проектно-изыскательские работы, разработке проектно-сметной документации в составе проекта организации строительства и рабочего проекта со сводным сметным расчетом стоимости, а также проекта со сводным сметным расчетом стоимости и рабочей документации со сметами, разработке проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР).

Организационно-технологическая документация на строительство объекта разрабатывается на основании решений, принятых в ПОС.

2. ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗАГЛУБЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

2.1. Проектирование организации строительства заглубленных объектов осуществляется на основе долговременных специализированных потоков, проектируемых на срок не менее двух лет.

2.2. Специализированный поток представляет собой непрерывное выполнение специальных работ с заданной (расчетной) интенсивностью при постоянном составе исполнителей.

2.3. Под расчетной интенсивностью строительного потока понимается такой объем производимой за сутки продукции, при котором наиболее эффективно использованы машины и обеспечена высокопроизводительная работа бригад при непрерывном развитии и совмещении различных видов работ.

2.4. Для объектов несложных и средней степени сложности проектируются долговременные специализированные потоки в составе комплексных и специализированных бригад, оснащенных соответствующими

механизмами, инвентарем и приспособлениями.

2.5. Для объектов особо сложных при значительных годовых объемах работ организуются специализированные потоки в составе строительных и специализированных подразделений. Характеристики степени сложности строительства объектов приведены в табл. 2.I [2].

2.6. Специализированный поток нулевого цикла функционально имеет двойственный характер: с одной стороны, при возведении заглубленных конструкций, водозащите, повышении несущей способности грунта и т.д. поток технологически связан с другими потоками, работы лежат на критическом пути, поэтому его необходимо рассчитывать по мощности, так как дефицит мощности приводит к увеличению продолжительности строительства, а с другой - имеются отдельные виды работ, технологически не связанные с другими потоками. Поэтому основным критерием является выполнение работ с соблюдением сроков ввода объекта в эксплуатацию независимо от готовности других технологических систем.

2.7. При проектировании специализированных строительных потоков следует учитывать рекомендации по применению узлового метода [7].

3. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗАГЛУБЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ

3.I. К сложным условиям выполнения строительных работ относят следующие [3,4,6]:

устройство котлованов вблизи фундаментов зданий и оборудования, действующих заглубленных сооружений (тоннелей, подвалов и т.д.), ниже отметки заложения существующих конструкций, несущих нагрузки;

Таблица 2.I

Характеристики степени сложности строительства объекта

Характеристика проектных решений	Степень сложности строительства объекта		
	особо сложная	средняя	несложная
	I	2	3
Состав объекта и объемно-планировочные решения	Большое число различных зданий и сооружений или одно здание с нетиповыми решениями	Несколько нетиповых зданий и сооружений, отличающихся повторяемостью габаритов и объемов СМР с применением унифицированных технологических, объемно-планировочных и конструктивных решений	Одно или несколько типовых зданий и сооружений небольших габаритов с простыми объемно-планировочными решениями
Конструктивные решения	Особо сложные конструкции и условия производства работ с применением специальных вспомогательных сооружений, приспособлений, устройств	-	-
Технологические и организационные решения	Разнообразие технологических процессов и стесненные условия выполнения СМР. Многочисленность взаимосвязанных специализированных организаций и предприятий	Возможность организации на объектах непрерывного или цикличного потоков. Несколько специализированных организаций	Одна-две специализированных организации

устройство котлованов по периметру фундаментов, когда создаются условия для выпирания грунта из-под подошвы и возникновения просадок;

устройство котлованов на глубине более 4 м с вертикальными стенками;

закрепление грунта под подошвами фундаментов и в откосах котлованов;

выполнение работ в действующих производственных цехах и на застроенной территории;

устройство заглубленных объектов в насыпных грунтах, содержащих железобетон, сцементировавшийся шлак, куски металла, строительный мусор и т.д.;

невозможность применения динамических методов воздействия на грунт вблизи действующих коммуникаций, водопонижения и др.;

необходимость понижения уровня подземных вод ниже отметки заложения фундаментов зданий и оборудования;

необходимость остановок строительно-монтажных работ в связи с производственными условиями предприятия;

ограниченные возможности устройства и содержания переездов через действующие пути и коммуникации, а также использования подъездных путей в связи с режимом работы предприятия;

запыленность, загазованность, шумы и вибрации, создающие взрыво- и пожароопасную среду;

отсутствие площадей, предназначенных для размещения складов строительных материалов и конструкций, оборудования, машин и механизмов, временных зданий и сооружений, площадок укрупнительной сборки, подкрановых и подъездных путей;

ограниченные возможности транспортировки крупногабаритных и длинномерных грузов и въезда на площадку средств механизации и транспорта.

3.2. В стесненных условиях большая часть котлованов и траншей роется с вертикальными стенками с применением инвентарных конструкций креплений, а также с креплениями из металлического шпунта с распорными рамами или анкерами.

3.3. При креплении стенок металлическим шпунтом необходимо учесть, что применение вибропогружения вблизи от фундаментов во многих случаях приводит к осадке фундаментов и деформации каркасов зданий. В таких случаях шпунт погружается способами, не вызывающими колебаний в грунте (вдавливание и др.). Возможность применения вибропогружения стального шпунта и железобетонных свай определяется специализированной проектной организацией в каждом конкретном случае отдельно.

3.4. При разработке котлованов глубиной четыре-пять и более метров для восприятия горизонтальных сил, действующих на стенки шпунтовых ограждений, устанавливаются распорные конструкции и (или) применяются анкера.

3.5. Для крепления стенок котлованов при близком расположении фундаментов используются буронабивные сваи, бетонируемые без извлечения обсадных труб. При глубине котлованов пять-шесть и более метров вместо анкерных креплений допускается устройство двухрядных буронабивных свай.

3.6. В условиях, когда фундаменты или основания заглубленных сооружений (подвалов, тоннелей, каналов, отстойников, колодцев и др.) располагаются ниже отметки заложения ранее возведенных фунда-

ментов, в непосредственной близости от них, а также если разность Δh отметок фундаментов и расстояние между их крайними точками d не удовлетворяют условию $\Delta h \geq d \cdot tg\varphi$ (φ - угол сдвига), при отрывке котлована применяются следующие специальные способы производства СМР:

предварительное вывешивание существующего фундамента вместе с опирающимися на него конструкциями на временные опоры;

предварительное опирание существующего фундамента на буронабивные сваи до рытья котлована;

устройство опускной крепи, в которую заключается фундамент, расположенный около котлована;

ограждение из металлического шпунта вдавливаемых железобетонных или буронабивных свай с установкой распорных конструкций, грунтовых анкерных и других креплений.

3.7. При вывешивании фундамента работы рекомендуется вести в следующем порядке:

1) со всех сторон фундамента механизированным способом разрабатывают грунт;

2) на дно котлована укладывают опорные подушки (железобетонные плиты или пакеты деревянных шпал), служащие опорами для металлических балок;

3) под углами нижней поверхности фундамента отрывают площадки и укладывают железобетонные плиты или деревянные пакеты, а под фундамент устанавливают с помощью домкратов временные подкладки из дерева или бетона для передачи нагрузки от фундамента;

4) под фундаментом с обеих сторон вручную прокапываются траншеи для установки в них стальных гильз, через которые протаскива-

ются металлические балки, концы которых подклиниваются на опорах;

5) после передачи нагрузки от фундамента на балки подкладки убираются и разрабатывается грунт под фундаментом;

6) после разработки грунта до проектной отметки устанавливается опалубка и производится бетонирование;

7) после набора прочности бетона металлические балки извлекаются из гильз, а гильзы заполняются бетонной смесью. Параллельно с этими работами производится рытье котлована под проектируемый фундамент.

Цикл подбетонки фундамента при двухсменной работе составляет 9-12 суток.

Размеры опорных подушек, число и сечение балок, расстояние между центрами опорных подушек, гарантирующие отсутствие деформации (прогиба) балок, определяются расчетом.

3.8. Устройство железобетонной рубашки для массива грунта фундамента, погружаемой по методу опускного колодца, имеет целью создать условия для рытья котлована вблизи фундаментов.

Различие между методом "опускного колодца" и методом "железобетонной рубашки" заключается в том, что в первом случае грунт разрабатывается внутри, а во втором - снаружи.

3.8.1. Последовательность работ по устройству железобетонной рубашки такова:

1) роют котлован; для обнаружения граней нижней ступени фундамента по ее углам роют шурфы;

2) на спланированном дне котлована монтируют стальной нож железобетонной крепи;

3) монтируют арматурный каркас крепи, опалубку и производят

бетонирование. Во избежание зависания рекомендуется поярусный монтаж арматуры, опалубки, бетонирования и опускания крепи. Для временного увеличения массы крепи ее пригружают.

3.8.2. Опускание крепи производят равномерно, разрабатывая и удаляя грунт со всех ее сторон и контролируя вертикальность граней. Целесообразно применять сборную крепь из отдельных элементов, соединяемых на месте сваркой.

3.8.3. При использовании крепи для защиты фундамента не исключается возможность его осадки. Мероприятия по устранению осадки фундамента разрабатываются проектной организацией.

3.9. В водонасыщенных грунтах для крепления стенок котлованов и траншей в стесненных условиях в случае невозможности применения шпунтовых, анкерных креплений, распорок используются различные способы закрепления грунта (см. прил. I). При возведении несущих и ограждающих конструкций в сложных условиях эффективно применение монолитных, сборно-монолитных и сборных конструкций, выполняемых способом "стена в грунте" [3].

3.10. Для сооружений и конструкций, требующих высокой прочности и водонепроницаемости (резервуары для хранения жидкостей и газов, колодцы и т.п.), эффективно применение способа "стена в грунте" с вибрационной технологией укладки подвижных и малоподвижных бетонных смесей, позволяющего снизить расход цемента и получить конструкции с высокими показателями однородности материала в отличие от способа укладки литых бетонных смесей вертикально перемещаемой бетонолитной трубой.

3.11. При возведении конструкций глубиной 10–15 м на выходе бетонолитной трубы устанавливается один глубинный вибратор типа

ВI-756 или ВI-657, который обеспечивает равномерное распределение и интенсивное вытекание из трубы бетонной смеси с осадкой конуса 6-I0 см и ее одновременное уплотнение. Такие смеси можно укладывать с применением бетононасосов, обеспечив герметичность соединения бетонолитной трубы и подающего бетонную смесь трубопровода.

3.I2. Укладка бетонных смесей с подвижностью 3-5 см производится при интенсивной вибрации на укладываемую смесь. Использование серийных глубинных вибраторов возможно только при наличии пластифицирующих добавок и тщательном подборе составов бетонных смесей.

3.I3. В этом случае к материалам предъявляются следующие требования: марка цемента не ниже 400, крупность заполнителя - гравий или щебень - 5-I0 - 5-20 мм, песок с $М_К$ [I)] = I,5 - 2,2 (в случае применения щебня) или с $М_К$ = 2,2 - 3,0 (в случае применения гравия).

3.I4. В качестве пластифицирующих добавок могут применяться при приготовлении бетонной смеси на гравии - добавка ССБ; на щебне - ССБ и СНВ либо суперпластификатор типа С-3. Количество и состав пластифицирующих добавок определяются лабораторным путем в зависимости от требуемой подвижности бетонной смеси и наличия соответствующих компонентов.

3.I5. Применение пластифицирующих добавок является необходимым условием при использовании глубинных, электромеханических, дебалансных вибраторов.

3.I6. Специальное устройство, разработанное в НИИОСП им. Н.М. Герсеванова и МИСИ им. В.В. Куйбышева, для подачи укладки и уплотнения бетонной смеси делает возможным укладку смесей подвижностью I-I2 см с коэффициентом раздвижки зерен заполнителя I,2-I,8.

I) $М_К$ - модуль крупности.

При ограничении размеров захватки до 2 м устройство позволяет использовать смеси с показателем жесткости 15–30 сек.

3.17. Размеры захватки принимаются 2–4 м в зависимости от применяемого вибрационного оборудования и подвижности бетонной смеси.

3.18. Интенсивность подачи бетона колеблется в пределах 5–15 $м^3$/ч в зависимости от диаметра бетонолитной трубы и применяемого оборудования.

3.19. Максимальное заглубление бетонолитной трубы в бетонную смесь 8–10 м, минимальное 1 м.

3.20. Вибрационная укладка бетонных смесей позволяет полностью регулировать процесс бетонирования во времени, так как прекращение вибрационного воздействия вызывает остановку движения смеси по бетонолитной трубе.

3.21. Вынужденные перерывы в бетонировании вследствие потери подвижности бетонной смеси не должны превышать одного часа.

3.22. Вибрационная укладка бетонной смеси дает экономию до 200 кг цемента на 1 $м^3$ бетонной смеси, сокращает трудозатраты на монтаж и демонтаж звеньев бетонолитной трубы, позволяет получить однородный бетон высокого качества при производстве работ на значительной глубине способом "стена в грунте".

3.23. При возведении монолитных или сборно-монолитных конструкций способом "стена в грунте" для уменьшения отрицательного влияния глинистой пленки, образующейся на арматуре при ее опускании в глинистую суспензию, применяется электроосмос. При этом арматурный каркас является катодом, а разделитель между захватками анодом. При пропускании постоянного электрического тока происходит разрушение

пленки и отталкивание глинистых частиц от арматурных стержней, что повышает силу сцепления бетона с арматурой в два раза.

3.24. Для электроосмоса используют сварочные преобразователи с номинальным напряжением 30В и 40В и пределом регулирования тока до 600 а, позволяющие возводить конструкции глубиной 28, 17, 13, 10, 8 м при ширине траншеи соответственно 0,4, 0,6, 0,8, 1,0 и 1,2 м. Максимальное время электроосмоса составляет 10 мин.

3.25. Применение электроосмоса позволяет снизить стоимость 1 $м^2$ вертикальной проекции "стены в грунте" (при толщине 0,6 м) на 2,73 руб., трудоемкость на 0,31 чел.-ч и уменьшить расход металла в среднем на 15 кг.

3.26. При производстве основных строительно-монтажных работ в водонасыщенных грунтах на свободных площадках применяются искусственное понижение уровня подземных вод или противофильтрационные завесы, устраиваемые способом "стена в грунте" (см. прил. 1).

3.27. Техническая возможность способов водопонижения определяется исходя из заданной глубины понижения подземных вод, коэффициента фильтрации и мощности водовмещающей толщи грунтов, глубины залегания водоупорного слоя, геометрических размеров защищаемого объекта.

3.28. При выборе экономически целесообразного способа водозащиты необходимо учитывать размеры осушаемой зоны, способы производства и продолжительность строительных работ в котловане, опыт местных строительных организаций, методы защиты от подземных вод, принятые на других объектах, наличное оборудование, условия электроснабжения и сброса откачиваемой воды.

3.29. Выбор способа рекомендуется производить путем сравнения

продолжительности Т выполнения основных строительно-монтажных работ ниже уровня подземных вод с критической продолжительностью $T_{кр}$, при которой приведенные затраты на сооружение и эксплуатацию по эталонному и сравниваемому вариантам водопонижения или водозащиты равны. $T_{кр}$ рассчитывается по методике [3].

3.30. В целях защиты окружающей среды от вредных производственных отходов рекомендуется при соответствующем технико-экономическом обосновании [3] применение постоянных противофильтрационных завес, выполняемых способом "стена в грунте". Кроме того, этот способ целесообразнее постоянного горизонтального и вертикального дренажа.

3.3I. При загазованности, запыленности, шуме и вибрации или в случае отсутствия площадей, предназначенных для размещения складов строительных материалов и конструкций, оборудования, машин и механизмов, временных зданий и сооружений, площадок укрупнительной сборки, подкрановых и подъездных путей, ограниченных возможностей транспортировки крупногабаритных и длинномерных грузов и въезда на площадку средств механизации и транспорта состав парка машин и механизмов, участвующих в возведении заглубленных частей объектов, конкретизируется на основе специально разработанного проекта производства работ.

4. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ, ВОЗВОДИМЫХ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ

4.I. Объем, состав и порядок инженерно-геологических изысканий для строительства определяются СНиП II-9-78. На основании тех-

нического задания, составляемого организацией-заказчиком, изыскательской организацией разрабатывается программа изысканий, которая согласуется с заказчиком.

4.2. При проведении инженерно-геологических изысканий определяется сложность инженерно-геологических и гидрогеологических условий (см. табл. 4.I), а также объем изысканий на основе классификации категорий зданий и сооружений в зависимости от их конструктивных особенностей [5]. К первой категории относятся гражданские здания высотой до 9-ти этажей и промышленные сооружения с нагрузками на колонну каркаса не выше 0,3 $Н/м^2$, ко второй категории - гражданские здания высотой до I6-ти этажей и промышленные сооружения с нагрузками на колонну каркаса более 2 $Н/м^2$, к третьей - здания и сооружения высотой более I6-ти этажей, промышленные сооружения с нагрузками на колонну каркаса выше 2 $Н/м^2$, а также тяжелые сооружения со сравнительно небольшими габаритами в плане (дымовые трубы, доменные печи, силосные корпуса и т.п.). Классификация сложности строительства объектов принимается по СН 47-74 (см. табл. 2.I) [2].

4.3. При проведении гидрогеологических изысканий следует учитывать необходимость оценки максимального (минимального) изменения уровня подземных вод с учетом его сезонных и многолетних колебаний на период строительства, а также под действием техногенных факторов при эксплуатации зданий.

4.4. Состав и объем исследований грунтов назначается таким образом, чтобы обеспечить получение данных, позволяющих проектной организации выбрать оптимальный тип заглубленнс конструкции.

Таблица 4.I

Характеристика категорий сложности инженерно-геологических и гидрогеологических условий

Факторы	Категории сложности		
	I (простая)	II (средняя)	III (сложная)
I	2	3	4
Геоморфологические	Площадка в пределах одного геоморфологического элемента. Поверхность горизонтальная	Площадка в пределах нескольких геоморфологических элементов одного генезиса. Поверхность наклонная, слабо расчленена	Площадка в пределах нескольких геоморфологических элементов разного генезиса. Поверхность сильно расчленена
Геологические - в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой	Не более двух различных по литологии слоев, залегающих горизонтально или слабо наклонно (уклон не более 0,I). Мощность выдержана по простиранию. Незначительная степень неоднородности слоев по показателям свойств грунтов, закономерное изменение характеристик грунтов в плане или по глубине залегания	Не более четырех различных по литологии слоев, залегающих наклонно или с выклиниванием. Мощность изменяется по простиранию закономерно. Закономерное изменение характеристик грунтов в плане или по глубине залегания	Более четырех различных по литологии слоев. Мощность резко изменяется по простиранию. Линзовидное залегание слоев. Значительная степень неоднородности слоев по показателям свойств грунтов, незакономерно изменяющихся в плане или по глубине залегания

Окончание табл. 4.I

I	2	3	4
Гидрогеологические - в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой	Подземные воды отсутствуют или имеется выдержанный горизонт подземных вод с однородным химическим составом	Два и более выдержанных горизонта подземных вод местами с неоднородным химическим составом, обладающие напором	Горизонты подземных вод не выдержаны по простиранию и по мощности, с неоднородным химическим составом. Местами сложное чередование водоносных и водоупорных пород. Напоры подземных вод изменяются по простиранию
Физико-геологические процессы и явления, отрицательно влияющие на условия строительства и эксплуатации зданий и сооружений	Отсутствуют	Имеют ограниченное распространение	Имеют широкое распространение

4.5. Лабораторные исследования грунтов проводятся в соответствии со СНиП II-I5-74 для их классификации и предварительных расчетов оснований зданий и сооружений.

4.6. В случаях, когда при производстве работ на строительной площадке определена недостаточность инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий, специализированная проектная организация проводит их дополнительно.

5. ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗАГЛУБЛЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ В СЛОЖНЫХ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОДОЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

5.I. При составлении проекта организации строительства для обоснования рационального способа водозащиты необходимо величину показателя $T_{кр}$ сравнивать с продолжительностью строительства заглубленного сооружения ниже уровня подземных вод [3].

5.2. Для различных грунтовых условий, характеризуемых коэффициентом фильтрации водовмещающей толщи $K_ф$, уровнем понижения подземных вод S_o, глубиной залегания водоупора $H_в$, приведенным радиусом защищаемого объекта А, определяется численное значение $T_{кр}$ при сравнении противофильтрационной завесы, выполняемой способами "стена в грунте" и "тонкая стена в грунте", с вариантами водопонижения установками ЛИУ-6Б, скважинами-колодцами совершенного типа, оборудованными погружными насосами ЭЦВ [I; 3; 8].

5.3. В качестве эталонного варианта приняты противофильтрационные завесы, устраиваемые при глубине залегания водоупора до I2 м способом "тонкая стена в грунте", а при большей глубине оборудованием НИИСП Госстроя УССР с соответствующими комплектами вспомогательного оборудования.

5.4. Зависимости $T_{кр} = f(A, H_в)$ при фиксированных значениях коэффициента фильтрации и уровня понижения подземных вод описываются уравнениями вида[I]:

$$T_{кр} = \begin{cases} \dfrac{a(H_в)}{A} + b(H_в), & A_0 \le A < A_1(K_ф, H_в) \\ C_1(K_ф, H_в), & A_1(K_ф, H_в) \le A < A_2(K_ф, H_в) \\ C_2(K_ф, H_в), & A_2(K_ф, H_в) \le A, \end{cases}$$

где а, в – коэффициенты регрессии, зависимые от $H_в$; C_I, C_2 – постоянные, зависимые от $K_ф$ и $H_в$; A_0, A_I, A_2 – граничные значения интервалов приведенного радиуса А, при которых наблюдались перепады значений $T_{кр}$.

Коэффициенты регрессии а, в, а также постоянные C_I, C_2 представлены в табл. 5.I, а граничные значения интервалов A_0, A_I, A_2 – в табл. 5.2.

5.5. В интервале приведенного радиуса $7 \le A < 15$ м критическая продолжительность принимается равной $T_{кр}(15; H_в)$, в интервале $5 \le A < 7$ м, $H_в = 6 + 8$ м, равной $\frac{T_{кр}(15; H_в)}{2,1}$, а при глубине залегания $H_в = 9 + 12$ м равной $\frac{T_{кр}(15; H_в)}{2,3}$.

5.6. Для сравниваемых способов "противофильтрационная завеса" – "скважина-колодец" определен характер зависимости $T_{кр} = f(A, K_ф, S_0, H_в)$ и вид уравнения регрессии:

$$T_{кр} = K_i \cdot A + T_i ; \quad A_i \le A < A_{i+1}, \qquad (5.2)$$

I) Расчет $T_{кр}$ может выполняться по разработанной программе для ЭВМ [9].

Таблица 5.I

Значения коэффициентов регрессии a, в и постоянных C_I, C_2 для диапазонов изменения глубины залегания водоупора $H_в$

Уровень понижения подземных вод S_o, м	Граничные условия применения коэффициентов a, в и постоянных C_I, C_2	Глубина залегания водоупора $H_в$, м							
		6–I2				I4–I6			
		Значения коэффициентов регрессии a, в и постоянных C_I, C_2							
		a	в	C_I	C_2	a	в	C_I	C_2
2,0	$A_o \leq A < A_I$ $(K_Ф, H_в)$	$-4\,H_в+I$	$0,45\,H_в+0,4$	–	–	$-I5,9+9,6\,H_в$	$I,7+I,I75H_в$	–	–
	A_I $(K_Ф, H_в) \leq A < A_2$ $(K_Ф, H_в)$	–	–	$0,4\,H_в+I$	–	–	–	$I,9+I,05\,H_в$	–
	A_2 $(K_Ф, H_в) \leq A$	–	–	–	$0,4\,H_в-0,5$	–	–	–	$0,9+I,05\cdot H_в$
3,0	$A_o \leq A < A_I$ $(K_Ф, H_в)$	$-4\,H_в+I$	$0,45\,H_в+0,4$	–	–	$6,8-II,25H_в$	$2,9+I,05H_в$	–	–
	A_I $(K_Ф, H_в) \leq A < A_2$ $(K_Ф, H_в)$	–	–	$0,4\,H_в+I$	–	–	–	$I+H_в$	–
	A_2 $(K_Ф, H_в) \leq A$	–	–	–	$0,4\,H_в-0,5$	–	–	–	–

Таблица 5.2

Граничные значения интервалов приведенного радиуса A для определения $T_{кр}$

Уровень понижения подземных вод S_o, м	Коэффициент фильтрации грунта $K_ф$, м/сут	Глубина залегания водоупора $H_в$, м	Граничные значения, м		
			A_o	A_I	A_2
I	2	3	4	5	6
2	5	6–I6	I5	I65	250
	I0–50	6–I6	I5	250	250
3	5	6–8	I5	70	I00
		I0–I2	I5	95	I40
		I4	I5	85	I40
		I6	I5	75	200
	I0	6–I0	I5	I25	I55
		I2	I5	I45	200
		I4	I5	I35	I95
		I6	I5	I20	I85
	I5	6–8	I5	70	I00
		I0	I5	I35	I80
		I2	I5	I70	2I5
		I4	I5	I55	2I0
		I6	I5	I45	200
	20	6	I5	I85	220
		8	I5	I60	205
		I0	I5	I45	I90
		I2	I5	I75	225
		I4	I5	I60	2I5
		I6	30	I45	200

Окончание табл. 5.2

1	2	3	4	5	6
3	25	6	I5	I85	220
		8	I5	I00	205
		I0	I5	I45	I90
		I2	I5	I75	225
		I4	30	I55	2I0
		I6	30	I40	I95
	30	6	I5	200	230
		8	I5	I70	2I0
		I0	I5	I40	I90
		I2	I5	I60	2I5
		I4	90	II5	200
		I6	45	I00	I85
	35	6	I5	200	230
		8	I5	I70	2I0
		I0	I5	I40	I90
		I2	30	I60	2I5
		I4	45	II5	200
		I6	75	I00	I85
	40	6	I5	200	230
		8	I5	I70	2I0
		I0	30	I40	I90
		I2	45	I40	200
		I4	60	85	I70
	45	6	I5	200	230
		8	I5	I60	200
		I0	30	I20	I70
		I2	45	I40	I85
		I4	60	I90	I40
	50	6	I5	200	230
		8	I5	I60	200
		I0	30	I70	I70
		I2	60	II0	I70

где i – индекс интервала изменения приведенного радиуса защищаемого объекта; K_i, T_i – коэффициенты для различных сочетаний значений варьируемых параметров, представленны в прил. 2.

5.7. С помощью полученных уравнений устанавливается предпочтительность эталонного или сравниваемого способов водозащиты объекта при известной продолжительности выполнения СМР ниже уровня подземных вод.

5.8. Расчет $T_{кр}$ по приведенным формулам осуществляется следующим образом.

Если параметры объекта А, S_o, $K_ф$, $H_в$ совпадают со значениями, приведенными в табл. 5.I, 5.2 и прил. 2, то расчет осуществляется по методике, изложенной в пп. 5.3, 5.4, 5.5, 5.6.

Если все параметры объекта не превышают предельных значений, предусмотренных типовыми вариантами, приведенными в таблицах, но не совпадают с этими значениями, допускается применение метода экстраполяции.

В случае, если хотя бы один из параметров выходит за указанные пределы, расчет выполняется на ЭВМ по программам, приведенным в [9, I0, II].

5.9. Учитывая, что для устройства противофильтрационных завес пригодны различные машинокомплекты, рекомендуется при определении $T_{кр}$ пользоваться переходными коэффициентами, представленными в табл. 5.3.

5.I0. Пример, иллюстрирующий предлагаемую методику.

При разработке котлована размерами 56 х 90 х 3,5 м с приведенным радиусом А = 50 м под фундамент промышленного здания требуется

понизить уровень подземных вод на глубину 4 м от "дневной" поверхности. Котлован разрабатывается в песчаных грунтах с $K_ф$ = 30 м/сут, подземные воды залегают на глубине один метр от "дневной" поверхности, S_o = 3 м, глубина залегания водоупора $H_в$ = 10 м от "дневной" поверхности.

Продолжительность выполнения основных строительно-монтажных работ в котловане T составляет 11 мес.

Технически эффективные способы определяем по существующим руководствам [1, 3, 8].

В данных условиях технически эффективно применять установку ЛИУ-6Б, способ "скважина-колодец" и противофильтрационную завесу, возводимую способом "стена в грунте".

Далее определяем $T_{кр}$ для вариантов водозащиты "противофильтрационная завеса - ЛИУ-6Б" и "противофильтрационная завеса - "скважина-колодец".

Для первого случая, используя уравнение регрессии (5.1) и данные табл. 5.1 и 5.2, $T_{кр}$ (50; 30; 10) = $-\frac{4 \cdot 10 + 1}{50} + 0{,}45 \cdot 10 + 0{,}4 = 4{,}1$ мес.

Следовательно, $T > T_{кр}$, поэтому целесообразно применение противофильтрационной завесы.

Для второго случая, используя уравнение регрессии (5.2) и прил. 2, $T_{кр}$ (50; 10) = 0,02 · 50 + 5 = 6 мес. Следовательно, и в этом случае целесообразно применение противофильтрационной завесы.

При согласовании проектного варианта со строительной организацией было выяснено, что строители, не располагая оборудованием

для устройства тонкой противофильтрационной завесы, предложили для устройства завесы модифицированную обратную лопату.

В этих условиях (см. табл. 5.3) величина $T_{кр}$ должна быть увеличена в I,7I раз и составить в первом случае 4,I • I,7I = = 7 мес., во втором – 5,I • I,7I = 8,7 мес. Следовательно, в проекте может быть принято предложение строительной организации.

Таблица 5.3

Переходные коэффициенты для расчета $T_{кр}$

Ведущий механизм машинокомплекта	Глубина залегания водоупора $H_в$, м					
	6	8	I0	I2	I4	I6
I-й вариант						
Установка для устройства тонкой завесы	I	I	I	I	-	-
Штанговый экскаватор НИИСПа	I,88	I,87	I,78	I,78	-	-
Широкозахватный грейфер НИИСПа	2,83	2,63	2,40	2,27	-	-
Экскаватор Э0-5I22	2,36	2,33	2,28	2,26	-	-
Бурофрезерная машина СВД-500Р	2,I6	I,97	I,79	I,68	-	-
Плоский грейфер	3,75	3,75	3,65	3,65	-	-
Грейфер НИИОСПа	2,25	2,I4	I,99	I,92	-	-
Буровая установка УКС-3 ом	3,26	2,98	2,72	2,54	-	-
Экскаватор Э-652 с модифицированной обратной лопатой	2,0I	I,85	I,7I	I,6I	-	-
2-й вариант						
Штанговый экскаватор НИИСПа	I	I	I	I	I	I
Широкозахватный грейфер НИИСПа	I,50	I,4I	I,34	I,27	I,25	I,2I
Экскаватор Э0-5I22	I,25	I,26	I,27	I,28	I,28	I,28
Бурофрезерная машина СВД-500Р	I,I5	I,06	I,0	0,94	0,96	0,97
Плоский грейфер	I,99	2,0I	2,04	2,05	2,0I	I,97
Установка для устройства тонкой завесы	0,53	0,54	0,56	0,56	-	-
Грейфер НИИОСПа	I,2	I,I4	I,II	I,08	I,I4	I,22
Буровая установка УКС-3 ом	I,73	I,6	I,5I	I,42	I,44	I,47
Экскаватор Э-652 с модифицированной обратной лопатой	I,07	I,0	0,95	0,9	-	-

Приложение I

Обобщенные характеристики специальных способов производства работ в строительстве и ориентировочная область их применения [I2, I3, I4]

Наименование специального способа (функциональное назначение)	Вид грунта	Характеристика специального способа или конструкции
I	2	3
I. Физико-механические способы		
Открытый водоотлив (понижение уровня подземных вод)	Трещиноватые, скальные, обломочные, галечниковые, гравийные ($K_ф$ > 50 м/сут)	Понижение уровня подземных вод (УПВ) в зависимости от характеристик насосов открытого водоотлива. По дну выработки устраиваются водосборные колодцы и траншеи. Насосы типа С, МС, НД и др. Технико-экономические показатели определяются в зависимости от продолжительности СМР
Вертикальный дренаж (понижение уровня подземных вод) в том числе: водопонижение легкими иглофильтровыми установками типа ЛИУ	Однородные песчаные грунты ($K_ф$ = 2 ÷ 50 м/сут)	Понижение УПВ для одноярусных (до 5 м) и многоярусных (до I0 м) систем, располагаемых по линейной однорядной (двухрядной) или кольцевой схемам. Погружение иглофильтров в заранее пробуренные скважины или гидроподмывом; устройство песчано-гравийной обсыпки при $K_ф$ < 5 м/сут. Устройство системы коллекторов. Шаг иглофильтров 0,75-3 м. Установки типа ЛИУ-3, ЛИУ-4, ЛИУ-5, ЛИУ-6, ЛИУ-6Б. Малоэффективен в многослойных толщах и при близком залегании водоупора к дну выработки. Технико-экономические показатели определяются в зависимости от продолжительности СМР

I	2	3
Водопонижение установками вакуумного типа	Мелкие пески, супеси, суглинки. $K_ф$= 0,02÷5 м/сут	Понижение УПВ для одно- (до 8 м) и многоярусных (до I6 м) систем, располагаемых по линейной однорядной (двухрядной) или кольцевой схемам. Погружение иглофильтров в заранее пробуренные скважины или гидроподмывом; устройство песчано-гравийной обсыпки при $K_ф$ > 5 м/сут. Устройство системы коллекторов. Шаг иглофильтров 0,75-3 м. Установки типа УВВ, ПВУ, УЗВМ-2, ПУВВ-I, ПУВВ-3. Технико-экономические показатели определяются в зависимости от продолжительности СМР
Водопонижение эжекторными установками	Мелкие пески, супеси, суглинки. $K_ф$= 0,0I÷I0 м/сут при близком залегании дна выработки от водоупорного слоя грунта	Понижение УПВ для одно- (до I8 м) и многоярусных (до 20 м) систем, располагаемых по линейной однорядной (двухрядной) или кольцевой схемам. Погружение эжекторов гидроподмывом или в заранее пробуренные скважины; устройство песчано-гравийной обсыпки при $K_ф$ < 5 м/сут. Устройство системы коллекторов. Шаг иглофильтров I, 2, 3 м. Установки типа ЭИ-2,5", ЭИ-4", ЭИ-6", ЭУВВ. Технико-экономические показатели определяются в зависимости от продолжительности СМР
Глубинное водопонижение скважинами - колодцами	Пески, супеси, гравийные, гравийно-галечниковые грунты $K_ф$ = I-2 м/сут и более	Понижение УПВ для одно- (от 4 м) и многоярусных систем (от 5 и более метров). Бурение скважин по линейной однорядной (двухрядной) или кольцевой схемам. Бурение скважин шнековым, ударно-канатным способами с обсадными трубами; монтаж и погружение в скважину фильтровой колонны; устройство водоотводных коллекторов. Насосы типа ЭЦВ, АТН, ЭЦНВ, ЭПН, АПТ, ПМИЛ и др. Технико-экономические показатели определяются в зависимости от продолжительности СМР

I	2	3
I.3. Противофильтрационные завесы (защита выработок от подземных вод, удержание откоса выемки от обрушения) в том числе:		
Шпунтовые ряды	Пески, суглинки, глины без крупнообломочных включений	Погружение металлического шпунта ударным, вибрационным методом, гидроподмывом. Стоимость вертикальной проекции завесы 30–80 руб./м^2
Искусственное замораживание	Обводненные грунты, скальные, трещиноватые, пески, супеси, суглинки, глины, плывуны	В пробуренные скважины Ø 0,2–0,25 м глубиной 3–5 м ниже требуемого уровня опускаются замораживающие колонны и подается хладагент: хлористый кальций, газообразный аммиак, углекислый газ, азот. Шаг скважин 0,8–4 м. Скважины должны быть строго вертикальными. Замораживание выполняется параллельным и последовательным способами. Ширина завесы 0,5–3 м, R_c^* = 4,9–I9,6 МПа. Стоимость 50–200 руб./м^3, в том числе затраты на ликвидацию вредных последствий около 4 руб./м^3
"Стена в грунте"	Любые грунты за исключением карстовых, крупнообломочных с незаполненными пустотами, текучих илов, насыпных грунтов с включениями твердых предметов (железобетон, металл и т.д.)	Ширина завесы 0,I5–2 м, допустимый градиент напора для временных противофильтрационных завес до 200. Устройство траншей под глинистой суспензией породоразрушающей машиной с последующей укладкой заполнителя или устройство тонкой бестраншейной противофильтрационной завесы с укладкой заполнителя. Бентонитовые или качественные глины, глино-цементный раствор, местный грунт. Стоимость вертикальной проекции завесы 5–90 руб./м^2

* R_c – прочность на сжатие.

I	2	3
	2. Химические способы с применением органических вяжущих веществ (защита выработок от подземных вод, улучшение физико-механических свойств грунтов)	
2.I. Битумизация в том числе:		
холодная	Водонасыщенный гравелистый песок $K_ф$ = I0÷I00 м/сут	Инъекция битумной эмульсии производится через систему инъекторов. При больших скоростях подземных вод закачивается раствор коагуляторов через дополнительный инъектор. Шаг инъекторов 0,7-I м, I-I,75 м, 2-3 м в грунтах с соответственно $K_ф$ = I0-25, 25-50, 50-I00 м/сут. Однорядные завесы при напоре подземных вод до 5 м, двухрядные и трехрядные соответственно при напорах до 20 м и более. Стоимость закрепленного грунта I5-20 руб/м^3
горячая	Трещиноватые, скальные с раскрытием трещин более 0,2-I,0 мм, водопоглощение 0,5 л/мин $K_ф$ > 60 м/сут	Толщина завесы зависит от физико-механических свойств грунтов. Через систему инъекторов, погружаемых в скважины, пробуренные с шагом 0,75-3 м, инъектируется под давлением до 7 МПа последовательно битум Ш, IУ, У марки при $t°$ = 200-220°С. Выполняется электропрогрев битума. Стоимость закрепленного грунта 7-20 руб/м^3
2.2. Смолизация в том числе смолами:		
акриловой	Мелкий водонасыщенный песок, суглинок, супесь	Инъекция акриловой смолы в грунт через систему инъекторов $R_с$ = 0,39-0,49 МПа. Стоимость закрепленного грунта более I00 руб/м^3

I	2	3
фурановой	Песок $K_ф$ < 5 м/сут	Через систему инъекторов, расположенных с шагом 0,7-I,5 м; инъекция смолы и наполнителя: глины, серной кислоты, ацетона. Радиус инъекции I,5-0,7 м. R_c = 0,49-2I,6 МПа. Стоимость закрепленного грунта 39 руб/м^3
карбамидной	Разнородные грунтовые толщи, плывунные, лессовые, мелкотрещиноватые породы	Инъекция карбамидной смолы, щавелевой кислоты и др. через систему инъекторов, расположенных с шагом 0,7-I,5 м. Коэффициент фильтрации завесы не более I0-4 м/сут. R_c = I,I8-3,92 МПа. Стоимость закрепленного грунта до 60 руб/м^3
3. Химические способы с применением неорганических вяжущих веществ (защита выработок от подземных вод, улучшение физико-механических свойств грунта)		
3.I. Цементация	Трещиноватые, скальные пески, гравелистые грунты с размером трещин до 0,I мм при $K_ф$ < 200 м/сут	Цементационные завесы на любую глубину. Через пробуренные скважины по инъекторам под давлением 0,3-7,I МПа нагнетается цементный раствор с портландцементом, цементами, стойкими к химической агрессии, расширяющимися цементами. Стоимость завесы 40-I00 руб/м^3

1	2	3
3.2. Силикатизация в том числе:		
двухрастворная	Водонасыщенные пески с $K_Ф$ = 2÷80 м/сут	Глубина закрепления в песках не более I2–I5 м, в гравелистых грунтах не более 3 м. Радиус закрепления в грунтах с $K_Ф$ = 2÷20 м/сут 0,3–0,6 м, 20–30 м/сут соответственно 0,6–I,0 м, R_c = I,96–3,92 МПа. Погружение в грунт инъекторов, инъекция в грунт под давлением 0,25–3,0 МПа силиката натрия и отвердителя: хлористого кальция, хлоридов, серной кислоты и др. Стоимость закрепленного грунта до 35 руб/м^3
двухрастворная газовая	Водонасыщенные супеси, пески с $K_Ф$ = 0,2÷20 м/сут	Глубина закрепления не более I2–I5 м, радиус закрепления грунта 0,5–I,5 м, R_c = 0,98–I,47 МПа. Инъекция в грунт силиката натрия с последующей подачей через тот же инъектор углекислого газа под давлением 0,4–0,5 МПа. Стоимость закрепленного грунта I5–35 руб/м^3
однорастворная	Водонасыщенные пески, плывуны $K_Ф$ = 0,0I÷20 м/сут	$K_Ф$ закрепленного грунта до 10^{-8} м/сут, R_c = 0,I4–3,9 МПа. Инъекция в грунт алюмината натрия, силиката натрия с предварительно введенной химической добавкой: кремне-фтористого водорода, серной кислоты, фтористого натрия и др. Стоимость закрепленного грунта до 20 руб/м^3
однорастворная газовая	Пески с неограниченным содержанием карбонатов $K_Ф$ = 0,0I÷20 м/сут	$K_Ф$ закрепленного грунта до 10^{-9} м/сут. Инъекция в грунт углекислого газа, затем силиката натрия и вторично углекислого газа

Приложение 2

Коэффициенты для расчета $T_{кр}$ "стена в грунте" – "скважина – колодец"

№ пп.	S_o, м	$K_ф$, м/сут	$H_в$, м	A_1, м	T_1, мес.	A_2, м	T_2, мес.	K_{12}, мес/м	A_3, м	T_{31}, мес.	K_{23}, мес/м
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
I	4	I0	6	30	0,4	50	0,2	-0,0I	-	-	-
			8	I0	I,2	30	2,2	0,05	70	I,5	-0,02
			I0	I0	2,6	30	5,9	0,I7	80	4,8	-0,02
			I2	I0	3,2	33	9,9	0,29	90	8,4	-0,03
			I4	I0	4,8	30	9,7	0,25	93	II,7	0,03
			I6	I0	5,6	40	I2,I	0,28	I00	I3,0	0,06
2	4	20	6	I5	0,3	50	0,5	0,0I	I00	0	-0,0I
			8	I0	I,0	25	2,75	0,I2	I00	4,0	0,0I
			I0	I0	2,45	40	6,I	0,I2	80	6,4	0,0I
			I2	I0	3,0	40	8,0	0,I7	I50	8,0	0,00
			I4	I0	4,5	60	I3,8	0,I9	I00	I4,8	0,03
			I6	I0	5,I	35	I2,7	0,30	I00	I5,0	0,04
3	4	30	6	20	0,4	50	I,0	0,02	I00	0,3	-0,0I
			8	I0	I,3	45	3,2	0,05	I00	2,0	-0,02
			I0	I0	2,5	40	5,8	0,II	I00	7,0	0,02
			I2	I0	4,5	40	9,4	0,I6	I00	I2,0	0,04
			I4	I0	3,6	30	7,7	0,2I	I00	I4,0	0,09
			I6	I0	5,0	50	I4,6	0,24	I00	I8,0	0,07

Продолжение прил. 2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
4	4	40	6	20	0,2	50	0,8	0,02	I00	I,0	0,0I
			8	I0	I,5	40	3,8	0,08	70	4,4	0,02
			I0	I0	I,8	40	4,7	0,I0	I00	6,0	0,02
			I2	I0	2,8	40	8,0	0,I7	I20	I0,0	0,03
			I4	I0	3,I	32	9,2	0,28	I20	I5,2	0,07
			I6	I0	4,I	50	I2,0	0,I0	I00	I5,0	0,06
5	4	50	6	30	0,8	80	I,4	0,0I	I30	0,5	-0,02
			8	I0	0,4	35	3,0	0,I0	I00	4,0	0,02
			I0	I0	2,4	40	6,7	0,I4	I00	5,0	-0,03
			I2	I0	2,0	30	5,8	0,I9	I50	I0,0	0,04
			I4	I0	2,7	35	8,8	0,24	I00	I3,0	0,07
			I6	I0	3,2	40	9,6	0,2I	I00	I4,0	0,07
6	5	I0	8	20	I,0	70	0,8	-0,0I	-	-	-
			I0	I0	I,8	40	3,7	0,06	I00	I,0	-0,05
			I2	I0	2,5	30	5,0	0,I3	80	4,0	-0,02
			I4	I0	3,3	30	7,7	0,22	80	7,0	-0,0I
			I6	I0	4,0	35	9,8	0,23	I00	I0,0	0,0I
7	5	20	8	20	0,5	50	2,2	0,06	90	I,0	-0,03
			I0	I0	0,9	30	2,7	0,09	I50	4,0	0,0I
			I2	I0	2,0	50	6,8	0,I2	I50	6,0	-0,0I
			I4	I0	2,6	45	6,8	0,I2	I00	7,0	0,004
			I6	I0	3,7	40	I0,8	0,24	I50	I2,0	0,0I

Продолжение прил. 2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
8	5	30	8	20	0,8	40	I,4	0,03	I00	2,0	0,0I
			I0	I0	I,I	30	3,2	0,II	80	4,0	0,0I
			I2	I0	I,6	30	4,2	0,I3	I00	6,0	0,03
			I4	I0	3,0	40	7,5	0,I5	I00	I0,0	0,04
			I6	I0	4,I5	30	7,6	0,I7	80	9,7	0,04
9	5	40	8	I0	0,4	50	2,0	0,04	I00	2,0	0
			I0	I0	I,3	45	4,I	0,08	80	4,5	0,0I
			I2	I0	2,0	30	5,6	0,I8	II0	7,7	0,03
			I4	I0	I,8	35	6,0	0,I7	90	8,0	0,04
			I6	I0	3,I	45	I0,0	0,20	I00	I2,0	0,04
I0	5	50	8	20	I,0	80	I,8	0,0I	I00	3,0	0,06
			I0	I0	I,2	40	3,2	0,07	I00	4,0	0,0I
			I2	I0	2,0	50	5,8	0,I0	II0	7,8	0,03
			I4	I0	2,2	55	8,5	0,I4	I00	II,6	0,07
			I6	I0	2,8	50	8,8	0,I5	I00	I2,0	0,06
II	6	I0	I0	20	0,4	40	0,6	0,0I	I00	0,2	-0,0I
			I2	I0	2,2	40	4,2	0,07	70	3,I	-0,04
			I4	I0	3,6	30	6,2	0,I3	I00	6,0	-0,0I
			I6	I0	3,8	35	8,0	0,I7	I00	9,0	0,02

Продолжение прил. 2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
I2	6	20	I0	20	I,8	50	2,8	0,03	I50	I,0	-0,02
			I2	I0	I,5	40	4,2	0,09	I00	6,0	0,03
			I4	I0	I,8	35	3,3	0,06	I00	6,0	0,04
			I6	I0	3,7	45	9,I	0,I5	I00	I0,0	0,02
I3	6	30	8	50	0,3	80	0	-0,0I	-	-	-
			I0	I0	I,I	70	I,6	0,0I	II0	3,0	0,04
			I2	I0	I,5	40	3,6	0,07	I00	5,0	0,02
			I4	I0	2,4	45	6,5	0,I2	95	8,5	0,04
			I6	I0	3,0	40	6,5	0,I2	I00	9,0	0,04
I4	6	40	I0	I0	0,6	60	2,8	0,04	I00	3,0	0,0I
			I2	I0	I,2	60	3,8	0,05	I50	4,0	0,0I
			I4	I0	I,8	40	5,2	0,II	I00	7,0	0,03
			I6	I0	2,9	50	7,3	0,II	I50	II,0	0,04
I5	6	50	8	40	0,3	60	0,6	0,02	I00	0	-0,02
			I0	I0	0,4	30	I,5	0,06	50	2,0	0,03
			I2	I0	0,9	80	5,4	0,06	I50	5,7	0,0I
			I4	I0	I,2	70	5,6	0,07	I50	6,0	0,0I
			I6	I0	3,0	70	8,4	0,09	II0	I0,0	0,04
I6	7	I0	I2	I0	0,8	34	2,3	0,06	80	I,0	-0,03
			I4	I0	I,8	38	3,6	0,06	80	2,2	-0,03
			I6	I0	2,8	35	5,5	0,II	80	5,2	-0,0I

Продолжение прил. 2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
I7	7	20	I0	40	I,0	I00	I,0	0,00	I50	0	-0,02
			I2	I0	I,I	60	2,5	0,03	I50	3,0	0,0I
			I4	I0	I,4	55	4,7	0,07	I50	5,0	0,0I
			I6	I0	I,9	20	4,5	0,26	80	5,0	0,0I
I8	7	30	I0	30	0,5	70	0,6	0,0I	80	I,0	0,04
			I2	I0	I,25	50	2,6	0,03	I00	2,0	-0,0I
			I4	I0	I,4	I02	5,7	0,05	I90	4,5	-0,0I
			I6	I0	I,9	35	5,3	0,I4	I00	8,0	0,04
I9	7	40	I0	30	0,8	50	2,3	0,08	6I	I,0	-0,I2
			I2	I0	I,0	60	3,0	0,04	200	3,0	0,00
			I4	I0	I,4	50	4,9	0,08	I50	6,0	0,0I
			I6	I0	I,8	55	5,3	0,08	II5	9,4	0,07
20	7	50	I0	30	0,8	I30	I,35	0,0I	220	I,5	0,0I
			I2	I0	0,4	35	I,85	0,06	I00	3,0	0,0I
			I4	I0	I,2	50	4,I5	0,07	I50	6,0	0,02
			I6	I0	I,5	30	4,9	0,I7	I00	8,0	0,04
2I	8	I0	I2	I0	I,0	I00	0,2	-0,0I	I50	I,0	0,02
			I4	I0	I,5	44	3,05	0,05	80	I,5	0,04
			I6	I0	3,2	I00	5,0	0,02	I50	3,0	-0,04

Продолжение прил. 2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
22	8	20	I2	20	I,0	55	2,0	0,03	I00	I,0	-0,02
			I4	I0	0,8	45	3,25	0,07	I05	2,2	-0,0I
			I6	I0	I,4	45	4,0	0,07	I50	4,0	0,00
23	8	30	I2	I0	0,5	50	0,9	0,0I	80	0,6	-0,0I
			I4	20	I,8	50	2,8	0,03	II0	4,0	0,02
			I6	I0	I,9	40	4,6	0,09	I00	7,0	0,04
24	8	40	I2	20	0,8	40	I,55	0,04	I00	2,0	0,0I
			I4	I0	0,7	II7	4,3	0,03	I90	3,8	-0,0I
			I6	I0	I,0	30	3,I	0,II	70	4,6	0,04
25	8	50	I2	20	I,3	I00	2,0	0,0I	I50	2,0	0,00
			I4	I0	0,6	I00	4,6	0,04	I55	4,8	0,0I
			I6	I0	0,8	I06	7,5	0,07	I50	4,0	-0,I0
26	9	I0	I4	20	I,05	45	I,4	0,0I	70	0,4	-0,04
			I6	I0	I,4	II5	4,5	0,03	I50	3,0	-0,04
27	9	20	I2	30	0,7	60	0,8	0,0I	I00	0	-0,02
			I4	I0	0,8	70	2,7	0,03	I00	2,0	-0,02
			I6	I0	I,8	45	3,4	0,05	I00	4,0	0,0I

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
28	9	30	I4	I0	0,9	80	I,9	0,0I	I00	3,0	-0,06
			I6	I0	I,0	70	3,2	0,04	I00	6,0	0,09
29	9	40	I2	40	0,5	I70	0,4	-0,0I	200	0,6	0,0I
			I4	20	I,0	40	I,75	0,04	70	2,I5	0,0I
			I6	I0	0,8	88	5,0	0,05	I50	5,0	0,00
30	9	50	I4	20	0,7	60	I,6	0,02	I50	2,0	0,0I
			I6	I0	0,8	50	3,I	0,06	I00	4,0	0,02
3I	I0	I0	I6	20	I,5	40	2,I	0,03	80	0,9	-0,03
32	I0	20	I4	20	0,8	55	I,3	0,0I	I00	0,2	-0,02
			I6	I0	I,0	40	2,05	0,04	I00	3,0	0,02
33	I0	30	I4	40	0,5	I50	I,5	0,0I	200	0,25	0,03
			I6	20	I,I	40	I,9	0,04	I00	3,0	0,02
34	I0	40	I4	30	0,8	60	I,0	0,0I	I50	I,0	0,00
			I6	20	0,8	82	I,85	0,02	I00	4,0	0,02
35	I0	50	I4	30	0,5	I50	2,0	0,0I	200	I,0	-0,02
			I6	I0	0,7	40	I,8	0,04	I00	4,0	0,04

ЛИТЕРАТУРА

I. Временная инструкция по проектированию стен и сооружений и противофильтрационных завес, устраиваемых способом "стена в грунте". СН 477-75 /Госстрой СССР . М.; Стройиздат, 1976. 25 с.

2. Инструкция по разработке проектов организации строительства и проектов производства работ. СН 47-74 /Госстрой СССР . М.: Стройиздат, 1975. - 45 с.

3. Методические рекомендации по организации возведения траншейных стен и противофильтрационных завес/ НИИОУС при МИСИ им. В.В.Куйбышева. М., 1983. - 95 с.

4. Методические рекомендации по технологии земляных работ при реконструкции промышленных объектов/ НИИСП Госстроя УССР. Киев, 1981. - 56 с.

5. Руководство по инженерным изысканиям для строительства/ ЦНИИИС Госстроя СССР . М.: Стройиздат, 1982. - 144 с.

6. Руководство по организации строительного производства в условиях реконструкции промышленных предприятий, зданий и сооружений /ЦНИИОМТП . М.: Стройиздат, 1982. - 223 с.

7. Руководство по применению узлового метода проектирования, подготовки, организации и управления строительством сложных объектов и крупных промышленных комплексов /ЦНИИОМТП . М.: Стройиздат, 1982. - 40 с.

8. СНиП 3.02.01 - 83. Строительные нормы и правила. Основания и фундаменты /Госстрой СССР . М.: Стройиздат, 1983. - 39 с.

9. Сорокин В.В., Копылов Г.А. Определение технико-экономических показателей водозащитных работ с применением ЭВМ.-РЖ"Строительство и архитектура".Сер.I3.Технология строительно-монтажных работ.Вып.I2(36). М.,I983.(Рукопись депонирована во ВНИИИС. №4I0I).

I0. Сорокин В.В., Копылов Г.А. Автоматизация расчета параметров легких иглофильтровых установок.-РЖ"Строительство и архитектура". Сер.I7.Машины,механизмы,инструмент и оборудование.Вып.I2 (36).М.,I983.(Рукопись депонирована во ВНИИИС. №4I02).

II. Белов В.А., Копылов Г.А.,Сорокин В.В. Алгоритм выбора рационального варианта водопонижения скважинами-колодцами,оборудованными погружными насосами.-РЖ"Строительство и архитектура". Сер.03.Инженерно-теоретические основы строительства.Вып.9(33). М.,I983.(Рукопись депонирована во ВНИИИС. №4I00).

I2. Ганичев И.А. Устройство искусственных оснований и фундаментов. Изд. 3-е, доп. и перераб. М.:Стройиздат,I98I. - 544 с.

I3. Соколович В.Е. Химическое закрепление грунтов. М.: Стройиздат, I980. - 87 с.

I4. Трупак Н.Г. Замораживание грунтов в подземном строительстве. М.: Недра, I974. - 278 с.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
I. Общие положения	3
2. Принципы проектирования организации строительства заглубленных объектов	4
3. Особенности проектирования организации строительства заглубленных объектов в сложных условиях	5
4. Основные требования к проведению инженерных изысканий для объектов, возводимых в сложных условиях ...	I5
5. Выбор рациональных вариантов организации строительства заглубленных сооружений в сложных гидрогеологических условиях с использованием водозащитных мероприятий	I9
6. Приложения	28
7. Литература	4I

Методические рекомендации
по проектированию организации строительства
заглубленных частей объектов в сложных условиях

Р а з р а б о т ч и к и:

Цай Т.Н., Талалай А.Л., Сорокин В.В., Кузьмина В.А.,
Менейлюк А.И., Терехин Е.Ф., Кацов К.П.

Редактор Л.Ю. Лапидус

Л-77108 от 14.11.84 Заказ № 545 Тираж 500 экз.
Объем 2,75 п.л. Формат бумаги 60x84 1/16 Цена 17 коп.

Республиканское проектно-технологическое производственное
объединение Росоргтехстрой
Москва, Смоленский бульвар, 15

gost.e-ecolog.ru