

Безопасность строительства и качество выполнения геодезических,
подготовительных и земляных работ, устройство оснований и фундаментов

Лекция 2

Инновации в технологии геодезических,
подготовительных и земляных работ, устройства
оснований и фундаментов

Содержание:

Лекция 2. Инновации в технологии геодезических, подготовительных и земляных работ, устройства оснований и фундаментов

Глава 1. Геодезические работы, выполняемые на строительных площадках

Разбивочные работы в процессе строительства
Геодезический контроль точности геометрических параметров зданий и сооружений

Глава 2. Подготовительные работы на строительной площадке

Разборка (демонтаж) зданий и сооружений, стен, перекрытий, лестничных маршей и иных конструктивных и связанных с ними элементов или их частей
Строительство временных дорог, площадок, инженерных сетей и сооружений

Глава 3. Земляные работы

Механизированная разработка грунта
Уплотнение грунта катками, грунтоуплотняющими машинами
Гидромеханизация и закрытые способы производства земляных работ

Глава 4. Работы по искусственному замораживанию грунтов

Глава 5. Свайные работы

Свайные работы
Устройство ростверков
Устройство буронабивных свай
Термическое укрепление грунтов

Глава 6. Закрепление грунтов

Общие сведения
Цементация грунтовых оснований с забивкой инъекторов
Устройство инъекторов
Силикатизация и смолизация грунтов
Работы по возведению сооружений способом «стена в грунте»
Погружение и подъем стальных и шпунтованных свай

Словарь

Вопросы для самопроверки

Справочник

Список рекомендуемой литературы

Пояснения

Данная лекция является структурированным **pdf** файлом. Для правильного отображения необходима программа Adobe Acrobat Reader 9.0 и выше. Если у вас установлен Acrobat Reader более поздней версии, скачайте последнюю версию с сайта Adobe

Для перехода по разделам используйте содержание в панели навигации в левой части

Лекция 2. Инновации в технологии геодезических, подготовительных и земляных работ, устройства оснований и фундаментов

Глава 1. Геодезические работы, выполняемые на строительных площадках

Разбивочные работы в процессе строительства

В соответствие со [СНиП 3.01.03-84](#) правила производства и приемки геодезических работ необходимо соблюдать при строительстве новых, расширении, реконструкции и техническом перевооружении действующих предприятий, зданий и сооружений.

В состав геодезических работ, выполняемых на строительной площадке, входят:

- а) создание геодезической разбивочной основы для строительства, включающей построение разбивочной сети строительной площадки и вынос в натуру основных или главных разбивочных осей зданий и сооружений (для крупных и сложных объектов и зданий выше 9 этажей - построение внешних разбивочных сетей зданий, сооружений), магистральных и внеплощадочных линейных сооружений, а также для монтажа технологического оборудования;
- б) разбивка внутриплощадочных, кроме магистральных, линейных сооружений или их частей, временных зданий (сооружений);
- в) создание внутренней разбивочной сети здания (сооружения) на исходном и монтажном горизонтах и разбивочной сети для монтажа технологического оборудования, если это предусмотрено в проекте производства геодезических работ или в проекте производства работ, а также производство детальных разбивочных работ;
- г) геодезический контроль точности геометрических параметров зданий (сооружений) и исполнительные съемки с составлением исполнительной геодезической документации;
- д) геодезические измерения деформаций оснований, конструкций зданий (сооружений) и их частей, если это предусмотрено проектной документацией, установлено авторским надзором или органами государственного надзора.

Методы и требования к точности геодезических измерений деформаций оснований зданий (сооружений) следует принимать по [ГОСТ 24846-81](#).

Создание геодезической разбивочной основы для строительства и геодезические измерения деформаций оснований, конструкций зданий (сооружений) и их частей в процессе строительства являются обязанностью заказчика.

Производство геодезических работ в процессе строительства, геодезический контроль точности геометрических параметров зданий (сооружений) и исполнительные съемки входят в обязанности подрядчика.

Геодезические работы являются неотъемлемой частью технологического процесса строительного производства, и их следует осуществлять по единому для данной строительной площадки графику, увязанному со сроками выполнения общестроительных, монтажных и специальных работ.

При строительстве крупных и сложных объектов, а также зданий выше 9 этажей следует разрабатывать проекты производства геодезических работ в порядке, установленном для разработки проектов производства работ.

До начала выполнения геодезических работ на строительной площадке рабочие чертежи, используемые при разбивочных работах, должны быть проверены в части взаимной увязки размеров, координат и отметок (высот) и разрешены к производству техническим надзором заказчика.

Геодезические работы следует выполнять средствами измерений необходимой точности.

Условия обеспечения точности выполнения геодезических работ приведены в обязательных приложениях 1-5 к [СНиП 3.01.03-84](#).

Геодезические работы при строительстве линейных сооружений, монтаже подкрановых путей, вертикальной планировке следует выполнять преимущественно лазерными приборами.

Геодезические работы следует выполнять после предусмотренной проектной документацией расчистки территории, освобождения ее от строений, подлежащих сносу, и, как правило, вертикальной планировки.

Для перенесения координат геодезических пунктов на монтажные горизонты методом вертикального проектирования следует использовать лифтовые шахты и технологические или специальные отверстия в перекрытиях размером не менее 15х15 см, предусматриваемые рабочими чертежами.

Геодезическую разбивочную основу для строительства следует создавать в виде сети закрепленных знаками геодезических пунктов, определяющих положение здания

(сооружения) на местности и обеспечивающих выполнение дальнейших построений и измерений в процессе строительства с наименьшими затратами и необходимой точностью.

Геодезическую разбивочную основу для строительства надлежит создавать с привязкой к имеющимся в районе строительства пунктам геодезических сетей.

Работы по построению геодезической разбивочной основы для строительства следует выполнять по проекту (чертежу), составленному на основе генерального плана и стройгенплана объекта строительства.

В составе проекта должны быть разбивочный чертеж, каталоги координат и отметок исходных пунктов и каталоги (ведомости) проектных координат и отметок, чертежи геодезических знаков, пояснительная записка с обоснованием точности построения геодезической разбивочной основы для строительства.

Разработку проекта (чертежа) геодезической разбивочной основы для строительства следует выполнять в порядке и сроки, соответствующие принятым стадиям проектирования и очередям строительства.

Чертеж геодезической разбивочной основы следует составлять в масштабе генерального плана строительной площадки.

Геодезическую разбивочную основу для строительства следует создавать с учетом:

- проектного и существующего размещения зданий (сооружений) и инженерных сетей на строительной площадке;
- обеспечения сохранности и устойчивости знаков, закрепляющих пункты разбивочной основы;
- геологических, температурных, динамических процессов и других воздействий в районе строительства, которые могут оказать неблагоприятное влияние на качество построения разбивочной основы;
- использования создаваемой геодезической разбивочной основы в процессе эксплуатации построенного объекта, его расширения и реконструкции.

Разбивочная сеть строительной площадки создается для выноса в натуру основных или главных разбивочных осей здания (сооружения), а также при необходимости построения внешней разбивочной сети здания (сооружения), производства исполнительных съемок.

Внешняя разбивочная сеть здания (сооружения) создается для перенесения в натуру и закрепления проектных параметров здания (сооружения), производства детальных разбивочных работ и исполнительных съемок.

Нивелирные сети строительной площадки и внешней разбивочной сети здания (сооружения) необходимо создавать в виде нивелирных ходов, опирающихся не менее чем на два репера геодезической сети.

Пункты нивелирной и плановой разбивочных сетей, как правило, следует совмещать.

Построение геодезической разбивочной основы для строительства следует производить методами триангуляции, полигонометрии, геодезических ходов, засечек и другими методами.

Точность построения разбивочной сети строительной площадки следует принимать соответственно данным, приведенным в [табл. 1 СНиП 3.01.03-84](#), внешней разбивочной сети здания (сооружения), в том числе вынос основных или главных разбивочных осей, - в [табл. 2 СНиП 3.01.03-84](#).

Таблица 1

Характеристика объектов строительства	Величины средних квадратических погрешностей построения разбивочной сети строительной площадки		
	Угловые измерения, с	Линейные измерения	определение превышения на 1 км хода, мм
Предприятия и группы зданий (сооружений) на участках площадью более 1 км ²	3	1 -----	4
Отдельно стоящие здания (сооружения) с площадью застройки более 100 тыс. м ²		25000	
Предприятия и группы зданий (сооружений) на участках площадью менее 1 км ² ; отдельно стоящие здания (сооружения) с площадью застройки от 10 до 100 тыс. м ²	5	1 ----- 10000	6
Отдельно стоящие здания (сооружения) с площадью застройки менее 10 тыс. м ² ; дороги, инженерные сети в пределах застраиваемых территорий	10	1 ----- 5000	10
Дороги, инженерные сети внезастраиваемых территорий; земляные сооружения, в том числе вертикальная планировка	30	1 ----- 2000	15

Таблица 2

Характеристика зданий, сооружений, строительных конструкций	Величины средних квадратических погрешностей построения внешней и внутренней разбивочных сетей здания (сооружения) и других разбивочных работ				
	линейные измерения	угловые измерения, с	определение превышения на станции, мм	определение отметки на монтажном горизонте относительно исходного, мм	передача точек, осей по вертикали, мм
1	2	3	4	5	6
Металлические конструкции с фрезерованными контактными поверхностями; сборные железобетонные конструкции, монтируемые методом самофиксации в узлах; сооружения высотой св. 100 до 120 м или с пролетами св. 30 до 36 м	1	5	1	Числовые значения следует назначать в зависимости от высоты монтажного горизонта (согласно обязательным приложениям 4 и 5)	
	----- 15 000				
Здания св. 15 этажей, сооружения высотой св. 60 до 100 м или с пролетами св. 18 до 30 м	1 ----- 10 000	10	2	-	-
Здания св. 5 до 15 этажей, сооружения высотой св. 15 до 60 м или с пролетами св. 6 до 18 м	1 ----- 5 000	20	2,5	-	-
Здания до 5 этажей, сооружения высотой до 15 м или с пролетами до 6 м	1 ----- 3000	30	3	-	-
Конструкции из дерева; инженерные сети, дороги, подъездные пути	1 ----- 2 000	30	5	-	-

Земляные сооружения, в том числе вертикальная планировка	1				

	1 000	45	10		

Примечания: 1. Величины средних квадратических погрешностей (гр. 2 - 4) назначаются в зависимости от наличия одной из характеристик, указанных в гр. 1; при наличии двух и более характеристик величины средних квадратических погрешностей назначаются по той характеристике, которой соответствует более высокая точность.

2. Точность геодезических построений для строительства уникальных и сложных объектов и монтажа технологического оборудования следует определять расчетами на основе специальных технических условий и с учетом особых требований к допускам, предусматриваемых проектом.

Места закладки геодезических знаков должны быть указаны на стройгенплане проекта организации строительства, а также на чертежах, необходимых для производства работ по планировке и застройке территории строительства.

Заказчик обязан создать геодезическую разбивочную основу для строительства и не менее чем за 10 дней до начала выполнения строительно-монтажных работ передать поэтапно подрядчику техническую документацию на нее и закрепленные на площадке строительства пункты основы, в том числе:

- знаки разбивочной сети строительной площадки;
- плановые (осевые) знаки внешней разбивочной сети здания (сооружения) в количестве не менее четырех на каждую ось, в том числе знаки, определяющие точки пересечения основных разбивочных осей всех углов здания (сооружения); количество разбивочных осей, закрепляемых осевыми знаками, следует определять с учетом конфигурации и размеров здания (сооружения); на местности следует закреплять основные разбивочные оси, определяющие габариты здания (сооружения), и оси в местах температурных (деформационных) швов, главные оси гидротехнических и сложных инженерных сооружений;
- плановые (осевые) знаки линейных сооружений, определяющие ось, начало, конец трассы, колодцы (камеры), закрепленные на прямых участках не менее чем через 0,5 км и на углах поворота трассы;
- нивелирные реперы по границам и внутри застраиваемой территории у каждого здания (сооружения) не менее одного, вдоль осей инженерных сетей не реже чем через 0,5 км;
- каталоги координат, высот и абрисы всех пунктов геодезической разбивочной основы.

Приемку геодезической разбивочной основы для строительства следует оформлять актом (согласно обязательному приложению 12 к [СНиП 3.01.03-84](#)).

Принятые знаки геодезической разбивочной основы в процессе строительства должны находиться под наблюдением за сохранностью и устойчивостью и проверяться инструментально не реже двух раз в год (в весенний и осенне-зимний периоды).

Разбивочные работы в процессе строительства должны обеспечивать вынос в натуру от пунктов геодезической разбивочной основы с заданной точностью осей и отметок, определяющих в соответствии с проектной документацией положение в плане и по высоте частей и конструктивных элементов зданий (сооружений).

Точность разбивочных работ в процессе строительства следует принимать, руководствуясь данными, приведенными в [табл. 2 СНиП 3.01.03-84](#).

В случаях строительства по проектной документации, содержащей допуски на изготовление и возведение конструкций зданий (сооружений), не предусмотренные стандартами, нормами и правилами, необходимую точность разбивочных работ следует определять специальными расчетами по условиям, заложенным в проектной документации.

Если два или несколько зданий (сооружений) связаны единой технологической линией или конструктивно, расчет точности разбивочных работ следует выполнять как для одного здания (сооружения).

Разбивочные работы для монтажа технологического оборудования и строительных конструкций необходимо выполнять с точностью, обеспечивающей соблюдение допусков, предусмотренных соответствующими нормами и правилами, государственными стандартами или техническими условиями, а также проектной документацией.

Непосредственно перед выполнением разбивочных работ исполнитель должен проверить неизменность положения знаков разбивочной сети здания (сооружения) путем повторных измерений элементов сети.

При устройстве фундаментов зданий (сооружений), а также инженерных сетей разбивочные оси следует переносить на обноску или на другое устройство для временного закрепления осей.

Вид обноски и место ее расположения следует указывать на схеме размещения знаков.

Разбивочные оси, монтажные (ориентирные) риски следует наносить от знаков внешней или внутренней разбивочных сетей здания (сооружения).

Количество разбивочных осей, монтажных рисков, маяков, места их расположения, способ закрепления следует указывать в проекте производства работ или в проекте производства геодезических работ.

Геодезический контроль точности геометрических параметров зданий и сооружений

В процессе возведения зданий (сооружений) или прокладки инженерных сетей строительно-монтажной организацией (генподрядчиком, субподрядчиком) следует проводить геодезический контроль точности геометрических параметров зданий (сооружений), который является обязательной составной частью производственного контроля качества.

Геодезический контроль точности геометрических параметров зданий (сооружений) заключается в:

- а) геодезической (инструментальной) проверке соответствия положения элементов, конструкций и частей зданий (сооружений) инженерных сетей проектным требованиям в процессе их монтажа и временного закрепления (при операционном контроле);
- б) исполнительной геодезической съемке планового и высотного положения элементов, конструкций и частей зданий (сооружений), постоянно закрепленных по окончании монтажа (установки, укладки), а также фактического положения подземных инженерных сетей.

Исполнительную геодезическую съемку подземных инженерных сетей следует выполнять до засыпки траншей.

Контролируемые в процессе производства строительно-монтажных работ геометрические параметры зданий (сооружений), методы геодезического контроля, порядок и объем его проведения должны быть установлены проектом производства геодезических работ.

Перечень ответственных конструкций и частей зданий (сооружений), подлежащих исполнительной геодезической съемке при выполнении приемочного контроля, должен быть определен проектной организацией.

Геодезический контроль точности геометрических параметров зданий (сооружений), в том числе исполнительные геодезические съемки на всех этапах строительства, следует осуществлять организациям, выполняющим эти работы.

Плановое и высотное положение элементов, конструкций и частей зданий (сооружений), их вертикальность, положение анкерных болтов и закладных деталей следует определять от знаков внутренней разбивочной сети здания (сооружения) или ориентиров, которые использовались при выполнении работ, а элементов инженерных сетей - от знаков разбивочной сети строительной площадки, внешней разбивочной сети здания (сооружения) или от твердых точек капитальных зданий (сооружений).

Перед началом работ необходимо проверить неизменность положения пунктов сети и ориентиров.

Результаты геодезической (инструментальной) проверки при операционном контроле должны быть зафиксированы в общем журнале работ.

По результатам исполнительной геодезической съемки элементов, конструкций и частей зданий (сооружений) следует составлять исполнительные схемы , а для подземных инженерных сетей - исполнительные чертежи, как правило, в масштабе соответствующих рабочих чертежей, отражающие плановое и высотное положение вновь проложенных инженерных сетей.

В необходимых случаях как приложение следует составлять каталог координат и высот элементов сетей.

Исполнительные схемы и чертежи, составленные по результатам исполнительной съёмки следует использовать при приемочном контроле, составлении исполнительной документации и оценке качества строительно-монтажных работ.

При приемке работ по строительству зданий (сооружений) и инженерных сетей заказчик (застройщик), осуществляющий технический надзор за строительством, должен выполнять контрольную геодезическую съемку для проверки соответствия построенных зданий (сооружений) и инженерных сетей их отображению на предъявленных подрядчиком исполнительных чертежах.

Все изменения, внесенные в проектную документацию в установленном порядке, и допущенные отклонения от нее в размещении зданий (сооружений) и инженерных сетей следует фиксировать на исполнительном генеральном плане.

Более подробно о геодезическом контроле точности геометрических параметров зданий и сооружений в [Пособие по производству геодезических работ в строительстве \(к СНиП 3.01.03-84\)](#).

Глава 2. Подготовительные работы на строительной площадке

Разборка (демонтаж) зданий и сооружений, стен, перекрытий, лестничных маршей и иных конструктивных и связанных с ними элементов или их частей

Разборка жилых зданий осуществляется в соответствии с разрабатываемыми проектами организации работ (ПОР).

ПОР разрабатывается проектной организацией по заказу заказчика и после согласования и утверждения становится обязательным документом для заказчика, подрядных и других организаций, участвующих в процессах финансирования, материально-технического обеспечения и др.

Состав ПОР должен включать следующие документы:
в текстовой части:

- основание для разработки проекта организации работ по сносу или демонтажу зданий, строений и сооружений объектов капитального строительства;
- перечень зданий, строений и сооружений объектов капитального строительства, подлежащих сносу (демонтажу);
- перечень мероприятий по выведению из эксплуатации зданий, строений и сооружений объектов капитального строительства;
- перечень мероприятий по обеспечению защиты ликвидируемых зданий, строений и сооружений объекта капитального строительства от проникновения людей и животных в опасную зону и внутрь объекта, а также защиты зеленых насаждений;
- описание и обоснование принятого метода сноса (демонтажа);
- расчеты и обоснование размеров зон развала и опасных зон в зависимости от принятого метода сноса (демонтажа);
- оценку вероятности повреждения при сносе (демонтаже) инженерной инфраструктуры, в том числе действующих подземных сетей инженерно-технического обеспечения;
- описание и обоснование методов защиты и защитных устройств сетей инженерно-технического обеспечения, согласованные с владельцами этих сетей;
- описание и обоснование решений по безопасным методам ведения работ по сносу (демонтажу);
- перечень мероприятий по обеспечению безопасности населения, в том числе его оповещения и эвакуации (при необходимости);
- описание решений по вывозу и утилизации отходов;
- перечень мероприятий по рекультивации и благоустройству земельного участка (при необходимости);
- сведения об остающихся после сноса (демонтажа) в земле и в водных объектах

органов государственного надзора на сохранение таких коммуникаций, конструкций и сооружений в земле и в водных объектах - в случаях, когда наличие такого разрешения предусмотрено законодательством Российской Федерации;

- сведения о наличии согласования с соответствующими государственными органами, в том числе органами государственного надзора, технических решений по сносу (демонтажу) объекта путем взрыва, сжигания или иным потенциально опасным методом, перечень дополнительных мер по безопасности при использовании потенциально опасных методов сноса;

в графической части:

- план земельного участка и прилегающих территорий с указанием места размещения сносимого объекта, сетей инженерно-технического обеспечения, зон развала и опасных зон в период сноса (демонтажа) объекта с указанием мест складирования разбираемых материалов, конструкций, изделий и оборудования;
- чертежи защитных устройств инженерной инфраструктуры и подземных коммуникаций;
- технологические карты-схемы последовательности сноса (демонтажа) строительных конструкций и оборудования.

В качестве исходных материалов используются: рабочая документация на разбираемые здания; результаты обследования зданий; технологические регламенты на разборку и снос жилых зданий, геоподоснова, чертежи технологической оснастки, данные о наличии строительной техники и транспорта и др.

В ПОР следует предусматривать обеспечение сохранности разбираемых железобетонных конструкций и элементов - плит, панелей, блоков, которые могут быть вторично использованы в строительстве непосредственно или после соответствующей обработки, но с обязательным контролем технического состояния неразрушающим методом.

Непригодные для вторичного использования конструктивные элементы транспортируются на переработку в щебень и песок.

Утилизации подлежат металл, дерево и другие материалы. Строительный мусор вывозится в отвал.

Кроме того, к ПОР предъявляются дополнительные требования, учитывающие, что производство работ осуществляется на территории жилого массива.

К таким требованиям относятся: монтаж защитных устройств пешеходных переходов, работа механизмов в стесненных условиях, обеспечение бесперебойной работы сантехнических систем и систем энергоснабжения и др.

Весь процесс по разборке пятиэтажного жилого дома разделяется на три основных цикла: подготовительные работы, демонтаж инженерных систем и демонтаж строительных конструкций.

До начала разборки здания необходимо провести техническое обследование его общего состояния, а также фундаментов, стен, перекрытий и других конструкций, узлов их сопряжения с определением степени потери несущей способности конструкций силами специализированной организации.

По результатам обследования составляется техническое заключение с указанием условий и специфики работ по разборке здания.

Подготовительные работы включают разметку и установку ограждения строительной площадки временным забором, установку и пуск грузоподъемного крана, организацию бытового городка и складского хозяйства, установку знаков безопасности, устройство временных дорог, временного электро- и водоснабжения, освещения площадки, подготовку необходимой оснастки и приспособлений для демонтажных работ.

Второй цикл предполагает демонтировать все внутренние инженерные системы в доме: санитарно-технические, электроснабжения, связи, радио и телевидения.

Последовательность демонтажа определяется по согласованию со службами эксплуатации систем.

В процессе подготовки к демонтажным работам рекомендуется решить вопрос о возможности поэтапного отключения части некоторых инженерных сетей по захваткам от внешних коммуникаций.

Третий цикл включает демонтаж строительных конструкций и полное освобождение строительной площадки.

Перед разборкой (сносом) зданий проводится комплекс мероприятий по выделению, сортировке и складированию каждого вида продукта разборки.

Выполнение работ по разборке здания

(смотреть видео в интернете)



Сантехника. Газовые и электрические плиты, ванны отсоединяют от внутренних сетей и переносят на территорию строительной площадки в зоны соответствующего складирования. Унитазы с бачками, раковины, чугунные и прочие радиаторы отопления и другие элементы отсоединяют от внутренних сетей здания и переносят в одну из комнат на этаже стояка здания для их временного складирования.

Металлические трубы. Металлические трубы внутренних инженерных сетей (водопровод, газ, отопление) разрезают на части, удобные к переноске и складированию в контейнеры, при помощи ручной электрической угловой отрезной машинки типа «Болгарка». Трубы переносят водну из комнат на этаже стояка здания для их временного складирования.

Оконные рамы, двери, оконные и дверные короба. Рамы со стеклами снимают с коробок. Не разбивая стекол, рамы переносятся в одну из комнат на этаже стояка здания, где над контейнером производят отделение стекла. Стекланный бой в дальнейшем перекладывают (пересыпают) в малые контейнеры (тару) и переносят на территорию строительной площадки в зону соответствующего складирования.

Двери должны быть сняты. Двери, а также выломанные оконные и дверные коробки переносят в одну из комнат на этаже стояка здания, для их временного складирования.

Паркет, линолеум, керамика. Плинтуса должны быть оторваны, а покрытия полов (паркет, доски и т.д.) сняты вручную.

Линолеум разрезают на удобные полосы, которые отдирают и сворачивают в рулоны.

Паркет и керамическую плитку со стен и полов удаляют при помощи металлического скребка и скарпели.

Материалы разборки (по видам) необходимо перенести в одну из комнат на этаже стояка здания для их временного складирования.

Электропроводка и электрооборудование. Электропроводку обрезают в щитке управления на каждом этаже секции.

Щиты со счетчиками и выключателями (тумблерами) отсоединяют и переносят на территорию строительной площадки в зону соответствующего складирования.

Отгрузка отходов. Когда на всех этажах стояка (подъезда), с пятого по первый, рассортированы все материалы и сложены в комнатах, необходимо произвести их погрузку через оконный проем в контейнер, поданный краном вплотную к стене здания соответствующего этажа.

В контейнер с каждого этажа стояка здания загружают один из видов материала разборки. Отсортированные материалы перемещают краном в соответствующую зону складирования или сразу перегружают в большегрузный автомобильный контейнер.

Основными сборными элементами разбираемых пятиэтажных жилых зданий являются различного вида панели (кровельные, перекрытий, потолочные, наружные и внутренние

стеновые, цокольные, балконные, фризové), лестничные марши и площадки, фундаментные блоки.

При разборке конструкций здания следует в обязательном порядке соблюдать следующие положения:

- плиты перекрытий разрешается поднимать краном только после удаления всех конструкций и деталей, расположенных выше поверхности поднимаемого элемента;
- плиту перекрытия необходимо застропить кольцевыми стропами, затем срезать все анкерующие связи и только после этого поднять и перенести краном на площадку складирования;
- при разборке стеновых панелей необходимо в первую очередь произвести строповку, выбрать слабины тросов строп и только после этого освободить застропленную панель от связей и временных креплений;
- перед разборкой лестничного марша следует снять инвентарное временное ограждение, затем застропить лестничный марш, натянуть стропы, после чего срезать приваренные к закладным деталям накладки, освободить марш от связей и поднять его.

До начала разборки здания осуществляется временное крепление демонтируемых конструкций:

- наружные и базовые внутренние стеновые панели крепятся на подкосах к инвентарным петлям, устанавливаемым в просверленные отверстия в существующих перекрытиях (место установки петель определяется по месту) - 2 крепления на одну деталь или 3 крепления на базовую внутреннюю панель;
- внутренние стеновые панели (рядовые) крепятся к базовой панели с помощью горизонтальных связей;
- строповка сборных панелей выполняется через просверливаемые отверстия диаметром 40-60 мм в зависимости от ширины плиты.

При перемещении панели в зону складирования необходимо убедиться в надежности строповки.

При ослаблении строп производят освобождение концов ригеля от крепления с обрезкой соединительных элементов и закладных деталей.

При помощи гидроклина и монтажного лома ригель немного сдвигают и приподнимают. Проверяют его на полное освобождение.

Затем ригель приподнимают примерно на 20 см для проверки надежности строповки и переносят в зону складирования.

После снятия ригелей стропят колонну, давая слабый натяг стропам, снимают временное крепление колонны, освобождают стык двух колонн от бетона, обрезают соединительные элементы, немного сдвигают и приподнимают.

Проверяют, чтобы стык был полностью освобожден, и переносят колонну к месту складирования.

Затем с передвижных подмостей производят разборку кирпичной кладки наружных, внутренних стен и перегородок.

Разборку производят при помощи пневматических или электрических молотков.

Разборка наружных стеновых панелей производится в следующей последовательности:

- Выполнить временное крепление панелей на секции на подкосах к плитам перекрытий, по два крепления на каждую панель.
- Крепление устанавливается до разборки плит перекрытия.
- Застропить с помощью кольцевых и четырехветвевых стропов панель. В панелях просверлить по два отверстия для строповки.
- Вырубить отбойным молотком или скarpелью вертикальные швы по торцам панелей. Обрезать монтажные связи.
- При натянутых стропов крана забить два клина в шов между панелями. После появления трещин снять подкосы, удерживающие панель, и осторожно подбивать клинья до полного освобождения панели.
- Ответственный за производство работ должен проверить полное освобождение панели от остальных элементов и дать разрешение на их подъем.
- Если панель не освободилась в вертикальном стыке, то в этот стык также следует забить два клина.
- Поднять панель на 0,5 м, оторвав ее от приклеенной поверхности. Проверить надежность строповки и переместить панель на склад. На складе панели должны складироваться на пирамиды или сразу на автотранспорт. Сразу после демонтажа панели установить предохранительное тросовое инвентарное ограждение по краю перекрытия.

Разборка внутренних стеновых панелей включает:

- Установку временного крепления внутренних стеновых панелей;
- Крепление подкосами базовых двойных внутренних панелей одним концом за петлю, устанавливаемую в просверленное отверстие панели, а другим концом к анкеру, устанавливаемому в просверленное отверстие в перекрытии. На одну панель устанавливается по три подкоса.

- Крепление остальных одинарных панелей к базовой с помощью двух горизонтальных связей. Вначале демонтируются одинарные панели, а затем двойные. Демонтаж ведется как при демонтаже наружных стеновых панелей.

Аналогично производят снятие плит перекрытия над первым этажом, ригелей, колонн и разборку наружных и внутренних стен.

Перед снятием плит перекрытия над подвалом по периметру здания, с наружной стороны, производят разборку грунта на глубину заложения ленточных фундаментов экскаватором ЭО-2621А со смещенной осью копания. Внутренние ленточные фундаменты окапывают вручную.

После снятия плит перекрытия снимают блоки наружных стен подвалов и разбирают внутренние стены подвала, ригели и колонны.

Фундаментный блок при помощи гидроклина отрывают от земли.

Работы по разборке строительных конструкций зданий рекомендуется производить поэтажно, начиная с кровли, захватками.

Пространственные параметры захваток определяются их границами по вертикали и горизонтали.

В данном случае в качестве захватки принимается участок здания в пределах одного этажа, ограниченный по контуру капитальными стенами одной секции дома.

Для сокращения общего срока работ по разборке следует организовать поточный метод производства работ, при котором на всех захватках этажа выполняются одновременно определенные виды работ специализированными звеньями.

Все операции должны производиться в соответствии с указаниями и положениями проекта производства работ.

Разборка здания производится в последовательности, обратной его возведению.

Рекомендуется следующая последовательность демонтажных работ, которая в каждом конкретном случае подлежит уточнению:

- резка и снятие рулонного ковра кровли; - разборка дверных и оконных заполнений;
- резка и снятие утеплителя и пароизоляции кровли;
- поэтажная разборка полов;
- монтаж временных поддерживающих приспособлений для крепления наружных

- демонтаж потолочных панелей;
- демонтаж панелей-перегородок;
- демонтаж внутренних и наружных стеновых панелей;
- демонтаж элементов лестничных ступеней и площадок балконов;
- снятие плит перекрытия над подвалом и разборка железобетонных стен подвала;
- разборка сантехкабин;

осмотр, контроль, сортировка и транспортирование строительных материалов к пунктам их повторного использования, переработки и захоронения.

Строительство временных дорог, площадок, инженерных сетей и сооружений

Строительство временных дорог

Для подавляющего большинства строительных объектов доставка грузов осуществляется автомобильным транспортом, поэтому остальные виды транспорта не рассматриваются. Временные автомобильные дороги и места расположения складов материалов и конструкций проектируют с учетом предварительно намеченного размещения кранов и других механизмов. При проектировании дорог на СГП обычно стараются максимально использовать для строительства постоянные дороги, для чего рекомендуется увеличивать толщину бетонного слоя постоянных дорог до 0,2 м, а верхний слой асфальтового покрытия укладывать после завершения строительства объекта. Однако сеть постоянных дорог часто не обеспечивает строительство из-за несовпадения трассировки, габаритов и т. п. Поэтому строители на каждом объекте вынуждены прокладывать временные дороги, несмотря на то что их сооружение часто стоит до 2 % полной сметной стоимости строительства.

Дешевле построить грунтовую автодорогу, но для её успешной эксплуатации требуются благоприятные геологические, гидрогеологические и погодные условия. По нормам интенсивности эксплуатации грунтовой дороги недопустимо прохождение по ней более трех автомобилей в 1 ч в одном направлении. Поэтому грунтовые дороги, кроме периодического профилирования, часто необходимо дополнительно укреплять щебнем, гравием, вяжущими материалами.

По вопросу, касающемуся проектирования автомобильных дорог, см. [СНиП 2.05.02-85](#) и [СНиП 3.06.03-85](#).

В городских условиях внутрипостроечные дороги прокладывают из сборных железобетонных плит размером 1,75 ... 6 м по песчаной прослойке толщиной 0,1 ... 0,25 м. Такие дороги не надо профилировать, одни и те же плиты можно использовать в течение

недооценивать разрушительного воздействия на них гусеничных машин, особенно на поворотах, разворотах и съездах.

Внутрипостроечные дороги трассируются по кольцевой схеме с двумя выездами-въездами или со сквозным проездом при сложных стесненных обстоятельствах.

На не закольцованных и тупиковых участках должны быть предусмотрены разъездные и разворотные площадки. Такие же разъезды следует устраивать в местах разгрузки материалов. Необходимо избегать прокладки дорог над подземными коммуникациями или вблизи от них.

При трассировке дорог должны соблюдаться нормируемые минимальные расстояния ([табл.3](#))

Таблица 3. Нормируемые минимальные расстояния при трассировке дорог

Ширина проезжей части при двустороннем движении	6... 8 м
Ширина проезжей части при одностороннем движении	3,5 ... 5 м с уширением на поворотах в местах разгрузки 6 м
Радиус закругления внутрипостроечных дорог	18... 12 м
Расстояние между дорогой и складской площадкой	0,5... 1,0 м
Расстояние между дорогой и подкрановыми путями	6,5... 12
Расстояние между дорогой и забором	1,5 м
Расстояние между дорогой и пожарным гидрантом	1,5 ... 5 м
Расстояние между дорогой и бровкой траншеи	0,5 ... 1,5 м зависимости от вида грунта и глубины траншеи

Строительство временных зданий

Временные здания используют как вспомогательные, подсобные и обслуживающие помещения. По функциональному назначению они подразделяются на производственные (мастерские, бетонно-растворные узлы и др.), административно-хозяйственные (конторы, диспетчерские, проходные), санитарно-бытовые (гардеробные, душевые и др.), жилые и общественные (общекития, столовые, магазины). Иногда для этих целей приспособляют свободные стационарные здания, нижние этажи строящихся зданий или здания, подлежащие сносу, но такие ситуации возникают редко. Часто применяют мобильные контейнерные или передвижные временные здания, рассчитанные на многократное перемещение с одного объекта на другой. Широко применявшиеся ранее сборно-разборные временные здания в настоящее время используются главным образом в качестве производственных, складских, предприятий общественного питания.

Комплекс временных зданий рассчитывается по расчетной численности рабочих в наиболее многочисленную смену

$$N = 1,05 * 0,7 N_{max} \quad (1)$$

и ИТР и МОП, служащих и охраны

$$N_c = 1,05 * 0,12 * 0,8 N_{max} \quad (2)$$

где N_{max} - общее списочное количество рабочих

Площади гардеробных и сушилок рассчитывают на общее число рабочих, занятых в различные периоды строительства. При этом необходимо учитывать отдельные помещения для мужчин (70 %) и женщин (30 %), составляющих соответственно 70 и 30 % численности работающих.

На строительном объекте с числом работающих в наиболее многочисленной смене до 60 чел. должны быть предусмотрены: гардеробные с умывальниками; душевые с сушилками; помещения для согревания, отдыха и приема пищи; прорабская; туалет; навес для отдыха, место для курения; устройство для мытья обуви; щит пожаротушения.

На объекте с числом работающих более 60 чел. дополнительно должны быть устроены помещения для столовой и личной гигиены женщин (если общее количество работающих женщин превышает 15 чел.). При количестве работающих 300... 800 чел. должен быть организован фельдшерский пункт, при количестве работающих более 800 — врачебный.

По результатам расчета с учетом перечня инвентарных зданий, (табл.3) подбирают конкретные временные здания, ориентируясь на следующие рекомендации:

- В зданиях сборно-разборного типа размещают производственные, складские, администраторские, хозяйственные помещения, столовые.
- В зданиях контейнерного типа («модулях») можно размещать административные, санитарно-бытовые, жилые и общественные помещения.
- В передвижных зданиях («вагончиках») при небольшом объеме и сроке строительства можно размещать все.

Завершающая задача при проектировании временных зданий — оптимальное их расположение на площадке при размещении временных зданий на СГП. При этом конторы, диспетчерские и другие административные здания располагают у въезда на строительную площадку, контрольно-пропускные пункты (КПП) и пункты мойки машин (ПММ) — у выезда.

Гардеробные, душевые, помещения для согревания и сушки одежды и обуви, а также другие помещения санитарно-бытового назначения следует размещать вблизи зон максимальной концентрации работающих. Все временные здания и сооружения должны размещаться вне опасных зон и не ближе 50 м с наветренной стороны от складов ГСМ, ВВ, других опасных материалов и производств, выделяющих пыль, вредные пары и газы.

Временные здания следует располагать ближе к местам прокладки коммуникаций. Контейнерные и передвижные временные здания санитарно-бытового назначения желательно объединять или располагать рядом.

Уборные со смывом нужно размещать около канализационных колодцев. При отсутствии канализации следует использовать биотуалеты или передвижные уборные с герметическими емкостями. Туалеты вне зданий необходимо располагать не далее 200 м от наиболее удаленного рабочего места, а в зданиях — не более 100м.

Таблица 4. Перечень инвентарных зданий, рекомендуемых для применения

Система	Тип здания	Размеры в плане, м
Каркасно-панельная УСРЗ	Сборно-разборное металлическое	12х3; 18х3
То же УИЗ	То же	12х6; 18х6
«Ставрополец»	Контейнерное с ходовой частью, металлическое	7х2,5
«Универсал»	Контейнерное, металлическое	6х3
«Энергетик»	деревянное	6х3
Панельная «Модуль»	Сборно-разборное, деревянное	2,4х2,8
«Днепр»	Контейнерное, металлическое	6х3
«Лесник»	деревянное	6х3
«Контур»	металлическое	12х3

Таблица 5. Показатели для определения площадей временных зданий

Наименование	Назначение	Единица измерения	Нормативный показатель
Санитарно-бытовые помещения			
Гардеробная	Переодевание и хранение уличной и спец-одежды	м ² , двойной шкаф	0,9 на 1 чел. 1 на 1 чел.
Помещение для согревания	Согревание, отдых и прием пищи	м ²	1 на 1 чел.
Умывальная	Санитарно-гигиеническое обслуживание рабочих	м ² , кран	0,05 на 1 чел. 1 на 15 чел.
Помещение для личной гигиены женщин	Тоже	м ² . кабина	0,18 на 1 чел. 1 на 15...100 чел.
Душевая	«	м ² , сетка	0,43 на 1 чел. 1 на 12 чел.
Туалет	«	м ² , очко	0,07 на 1 чел. 1 на 20 женщин, 1 на 25...30 мужчин
Сушильная	Сушка спецодежды и спецобуви	м ²	0,2 на 1 чел.
Столовая(буфет)	Обеспечение рабочих горячим питанием	м ² , посадочное место	0,6 на 1 чел. 1 на 4 чел.
Медпункт	Оказание первой медицинской помощи	м ²	20 на 200-300 чел.
Служебные помещения			
Прорабская	Размещение административно-технического персонала	м ²	24 на 5 чел.

Электроснабжение. Временное электроснабжение строительной площадки от постоянных источников осуществляется по двум схемам: радиальной с отдельными линиями для каждой трансформаторной подстанции и магистральной, при которой одна линия питает 4—5 трансформаторных подстанции.

Трансформаторные подстанции должны быть расположены в центре энергетических нагрузок с указанием порядкового номера и типа (марки). Радиус действия каждой подстанции не должен превышать 400—500 м. Комплектные трансформаторные подстанции устанавливаются на фундаменте из железобетонных элементов высотой до 1,3 м от земли, чтобы расстояние от земли до токоведущих частей высокого напряжения было не менее 4 м.

От трансформаторных подстанций отводятся к потребителям электроэнергии питающие

напряжением 380/220 В с нулевым заземленным проводом. Напряжение между двумя фазными проводами в этой системе равно 380 В и используется для питания электродвигателей; напряжение между любым фазным и нулевым проводом равно 220 В и применяется для электрического освещения.

Временные электрические сети на территории строительной площадки устраиваются, как правило, воздушными линиями (ВЛ) напряжением до 1 кВ (III класс) и 6—10 кВ (II класс). К воздушным линиям предъявляются требования как проходящим по населенной местности. Расстояние между промежуточными опорами на ВЛ напряжением до 1 кВ рекомендуется принимать 30—40 м, а 6—10 кВ—до 60—80 м. Воздушные линии напряжением более 1 кВ алюминиевыми проводами, при напряжении 120, 220 и 380 В допускается также применение изолированных проводов.

Расстояние нижней точки провеса от земли для ВЛ напряжением до 1 кВ должно быть не менее 6 м, до 10 кВ — не менее 7 м.

На воздушных линиях напряжением до 10 кВ преимущественно применяются железобетонные или деревянные опоры с железобетонными пасынками.

Подземные кабельные линии для электроснабжения строительных площадок прокладываются в траншеях глубиной 0,8 м и шириной 350—400 мм для одного и 600 мм— для двух кабелей.

Трассы временных электросетей прокладывают таким образом, чтобы по мере возведения здания и сооружений можно было бы по частям демонтировать электролинию без нарушения питания оставшихся потребителей.

Освещение площадок проектируют рабочее, аварийное, эвакуационное и охранное. Рабочее электрическое освещение следует предусматривать для всех строительных площадок, где работы выполняются в темное время суток. Охранное освещение должно обеспечить на границах строительных площадок освещенность 0,5 лк. Аварийное освещение проектируется в местах бетонирования особо ответственных конструкций, когда недопустим технологический перерыв в укладке бетона. При этом освещенность должна быть в пределах 1—3 лк. Эвакуационное освещение предусматривается в местах основных путей эвакуации с нормой освещенности внутри здания 0,5, вне здания — 0,2 лк.

Для электрического освещения мест производства работ применяют лампы накаливания, газоразрядные лампы ДРЛ, ДРН, ксеноновые лампы типа ДКСТ, натриевые лампы высокого давления НЛВД. Для общего равномерного освещения строительных площадок следует использовать; светильники с лампами накаливания — при ширине строительной площадки до 20 м;

Расстояние между светильниками принимается 25—30 м, между прожекторными мачтами—80—250 м.

Водоснабжение и канализация. Временную водопроводную сеть строительных площадок устраивают объединенной для всех потребителей и проектируют по кольцевой или тупиковой схемам. При наличии постоянной водопроводной сети временный водопровод выполняют длиной не более 200 м по тупиковой схеме.

При сроке эксплуатации линий водопровода более 1 года глубина заложения труб должна быть на 0,5 м ниже глубины промерзания грунта или же предусматривается их утепление. Разводящие линии водоснабжения диаметром 25—100 мм можно проектировать мелким заложением (0,3 м) при условии непродолжительного (менее 1 года) срока эксплуатации и утепления их в холодное время года.

Пожарные гидранты надлежит располагать вдоль проездов автотранспорта на расстоянии не более 2,5 м от края проезжей части, не ближе 5 м и не более 50 м от стен здания. Расстояние между гидрантами не должно превышать 150 м [СНиП 2.04.02-84*](#)).

По вопросу, касающемуся проектирования водоснабжения, наружных сетей и сооружений, см. [СНиП 2.04.02-84*](#) и [СНиП 3.05.04-85*](#).

Хозфекальные и производственные воды от зданий по заглубленным в земле трубопроводам спускают в канализационную сеть в местах расположения колодцев. На временных канализационных сетях колодцы устанавливают на поворотах трассы. При наличии фекальной сети инвентарные санузлы передвижного или контейнерного типа нужно располагать около канализационных колодцев с подводкой временного водопровода и электричества.

При отсутствии канализационных сетей допускается строить санузлы с выгребом, но их применение должно быть согласовано с органами санэпиднадзора.

Размещение машин и механизмов на строительной площадке

При размещении на строительной площадке машин учитывают:

- безопасные условия работы механизмов;
- факторы влияния устанавливаемого механизма на работу других механизмов, размещенных в зоне его действия или на смежных участках;
- компактность в расположении механизмов, подъездов, складов материалов и готовой продукции, бесперебойную их доставку;
- сокращение трудоемкости, материальных и финансовых затрат при установке механизмов и дальнейшей их эксплуатации.

Для привязки на СГП монтажных кранов осуществляют выбор типов и марок кранов, поперечную и продольную привязки кранов, расчет зон действия кранов с учетом ограничений.

Башенные краны при отсутствии ограничений подбирают по грузоподъемности Q_k , высоте подъема стрелы H_c и вылету стрелы L_c .

В соответствии с правилами Госгортехнадзора минимальная протяженность путей должна составлять 25 м (2 звена по 12,5 м). При работе в стесненных условиях допускается установка крана на одном звене подкрановых путей (фактически стационарная работа крана), но в этом случае звено должно быть уложено на жесткое основание (фундаментные блоки или специальные сборные конструкции).

Устройство рельсовых подкрановых путей осуществляется в соответствии с [РД-10-117-95](#) «Требования к устройству и безопасной эксплуатации рельсовых путей козловых кранов».

При работе крана на строительстве зданий можно выделить следующие опасные для нахождения людей зоны:

- *монтажную (М)* — пространство, где возможно падение груз при установке и закреплении элементов. Площадь этой зоны определяется контуром здания с добавлением 7 м при высоте здания до 20 м, 10 м — при высоте более 20 м. В монтажной зоне можно размещать только монтажные механизмы, складирование материалов здесь запрещено;
- *обслуживания крана* или рабочая зона крана (*Р*), определяемая радиусом максимального рабочего вылета стрелы крана на участке между крайними стоянками крана на рельсовом пути или полосе движения;
- *перемещения грузов (П)* — место возможного падения груза при перемещении. Для большинства кранов граница зоны определяется радиусом, равным сумме максимального рабочего вылета крюка и U_2 длины самого длинного из перемещаемых грузов;
- *опасную для нахождения людей (К)* в период подъема, установки и закрепления грузов. Границы зоны определяются с учетом вероятного рассеивания при возможном падении груза.
- *опасную подкрановых путей (О)* — огражденная территория подкрановых путей. Минимальное расстояние от рельса до ограждения принимается равным 0,7 м;
- *опасную работы подъемника* принимают не менее 5 м от габарита подъемника в плане, а при подъеме на большую высоту на каждые 15 м подъема добавляют 1 м;
- *опасную дороги (Д)* — участки дорог, подъездов и подходов в пределах перечисленных зон, где могут находиться люди, не участвующие в работе с краном, транспортные средства и другие механизмы;

- *опасную монтажа конструкций (3)*, указываются при вертикальной привязке. Они появляются при монтаже конструкций верхних этажей здания. Наличие опасных зон монтажа конструкций требует разработки специальных мероприятий (выдача нарядов на особо опасные монтажные работы, ограждение зон видимыми сигналами и т.д.).

При работе в стесненных, сложных или особо сложных условиях некоторые движения крана приходится ограничивать. К таким работам можно отнести: возведение здания в условиях плотной городской застройки или действующего предприятия; реконструкцию промышленного цеха, жилого или общественного здания; возведение ширококорпусных зданий методом «на себя»; совместную работу 2... 3 кранов или крана и строительного подъемника; работу в охранной зоне ЛЭП, над действующими подземными коммуникациями, в местах движения транспорта и пешеходов и т.д.



Технологические карты на устройство рельсовых путей для строительных башенных кранов

При одновременной работе крана и подъемника обязательна их привязка и разработка графика одновременной работы.

Глава 3. Земляные работы

Механизированная разработка грунта

Основная работа состоит из следующих процессов: разработки, перемещения и укладки грунта. Разработка грунта, как правило, производится землеройными машинами и механизмами - экскаваторами или землеройно-транспортными - бульдозерами, скреперами, грейдерами. Перемещение грунта на большие расстояния производится автомобильным транспортом, на небольшие - землеройно-транспортными машинами и механизмами. Укладка грунта может быть выполнена с применением вышеперечисленной техники с уплотнением его и созданием проектных параметров земляного сооружения.

В процессе производства основной работы выполняются вспомогательные:

- установка и разборка креплений вертикальных откосов выемки или насыпи,
- откачивание воды из выемки (водоотлив),
- выравнивание откосов, уплотнение грунта и т.п.

Земляные сооружения - это инженерные сооружения, которые устраиваются в грунтовом массиве или возводятся из грунта на поверхности.

Классифицируют земляные сооружения по:

- сроку службы (продолжительности использования) - постоянные и временные. Постоянные земляные сооружения - это составные элементы строящихся объектов и предназначены для нормальной их эксплуатации. К числу таких сооружений относятся каналы, выемки и насыпи автомобильных и железных дорог, дамбы гидротехнических сооружений, скважины для снабжения водой и т.п. Временные земляные сооружения устраиваются при возведении заглубленной части зданий и сооружений, инженерных сетей. После этого они частично или полностью ликвидируются.
- назначению - основные, вспомогательные и защитные. Комплекс этих сооружений наиболее характерен и необходим при строительстве и эксплуатации автомобильных и железных дорог, проезжая часть которых располагается в выемке или на насыпи. Так, к основным сооружениям относится дорожное полотно, к защитным - нагорная канава, кавальер забанкетная канава банкет, берма и кювет, к вспомогательным - отвал и резерв грунта для ремонтно-восстановительных работ.

В строительной терминологии часто применяются понятия «траншея», и «котлован». Если длина выемки больше ее ширины не менее чем в 10 раз - это траншея, если эта пропорция не сохраняется - котлован. Как правило, траншеи устраивают для прокладки инженерных коммуникаций - канализации, водоснабжения, отопления и т.п. Котлованы разрабатывают для заглубленной части сооружений - фундаментов, подвальных и полуподвальных этажей,

Разработка грунта в выемках осуществляется экскаваторами и механизмами, разрабатывающими грунт послойно - бульдозерами, скреперами, грейдерами.

Демонстрационный фрагмент учебного анимационного фильма

«Производство земляных работ экскаватором, бульдозером»

(смотреть видео в интернете)



Рассмотрим основные технологические правила выполнения земляных работ по устройству выемок с применением этих машин:

Работа одноковшовых экскаваторов организуется по двум схемам:

1. транспортной - грунт грузится в самосвалы и отвозится в заданное место;
2. бестранспортной - грунт разрабатывается и укладывается в отвал, карьер или земляное сооружение.

Для своевременного и качественного выполнения работ по устройству выемки необходимо подобрать экскаватор с техническими характеристиками, которые соответствовали бы условиям работ.

Экскаваторы на гусеничном ходу рекомендуется применять при сосредоточенных объемах работ, при разработке слабых грунтов и скальных пород; экскаваторы на колесном ходу - при раз работке грунтов с высокой несущей способностью, при рассредоточенных объемах работ, при работе в городских условиях с частым перемещением (переменой рабочего места); экскаваторы на пневмоколесном ходу - при рассредоточенных объемах работ и в условиях отсутствия дорог.

Рациональную организацию земляных работ разрабатывают учетом места работы строительных машин и бригады рабочих оформляют в виде технологической схемы. Технологическая схема разработки грунта одноковшовым экскаватором может быть представлена схемой экскаваторного забоя - места, где экскаватор выполняет работу. Проектирование экскаваторного забоя состоит из определения его формы и оптимальных размеров.

Форма и размеры забоя зависят от технических (рабочих) характеристик экскаватора, типа сменного оборудования (прямая или обратная лопата, драглайн, грейфер), вида транспорта и параметров земляного сооружения.

Последовательное перемещение экскаватора из забоя в забой образует экскаваторную траншею или проходку.

Производство работ экскаватором, оборудованным прямой лопатой

Как правило, экскаватор, оборудованный прямой лопатой, разрабатывает грунт лобовыми и боковыми проходками выше уровня стоянки.

При лобовом забое сквозное движение транспорта по проходке невозможно, он подается сзади по дну разработанной выемки. Если транспорт подается сбоку по поверхности земли, то уменьшается высота забоя. Лобовой забой применяется сравнительно редко, обычно при первой (пионерной) проходке или при узких выемках (траншеях), разрабатываемых за одну проходку.

При узких лобовых проходках большой протяженности для сокращения времени маневрирования транспорта устраивают промежуточные въезды.

В широких лобовых проходках экскаватор в процессе работы перемещается в правую и левую части забоя.

При боковом забое транспорт находится сбоку на уровне стоянки экскаватора или выше его. При этом транспорт имеет сквозной проезд. Боковой забой является основным при работе экскаватора, оборудованного прямой лопатой.

При разработке грунта лобовой проходкой затрудняется работа транспорта, кроме того угол поворота платформы может достигать 180° , это снижает производительность экскаватора. Поэтому способ лобового забоя используют ограниченно.

Более эффективна разработка грунта способом боковой проходки. В этом случае транспорт перемещается параллельно оси движения экскаватора, как правило, на уровне его стоянки, значительно уменьшается угол поворота стрелы экскаватора при погрузке грунта в транспорт.

После определения необходимых параметров забоя разрабатываются технологические схемы разработки грунта экскаватором, оборудованным прямой лопатой. При этом разрабатываемый грунт может быть погружен в транспорт или укладываться в отвал, резерв или земляное сооружение.

При разработке грунта в выемке, глубина которой превосходит максимальную высоту забоя для данного типа экскаватора, применяется разработка в несколько ярусов.

Для въезда в котлован устраивают съезд с уклоном $10-15^\circ$, шириной до 3,5 м - при одностороннем движении и до 7,5 м - при двустороннем.

Производство работ экскаватором, оборудованным обратной лопатой

Экскаватор с обратной лопатой используют при разработке грунта ниже уровня стоянки

разработка грунта при этом виде оборудования, как правило, не выполняется. Разработку грунта ведут лобовыми или боковыми проходками с погрузкой грунта в автосамосвалы или с укладкой в отвал. При этом расчет параметров проходки производится так же, как и при применении экскаватора с прямой лопатой.

При наличии неровностей поверхность в пределах ширины передвижения экскаватора предварительно выравнивают бульдозером. Наименьшую глубину забоя определяют из уровня наполнения ковша с «шапкой». Для несвязных грунтов минимальная глубина забоя составляет 1-1,7 м, для связных - 1,5-2,3 м при работе экскаваторов оборудованных ковшом емкостью 0,25; 0,4-0,5; 0,65-0,8; 1-1,25. Максимальная ширина проходки зависит от $R_{\text{раб}}$ и составляет $(1,2-1,5)R_{\text{раб}}$ - при погрузке в транспорт и $(0,5-0,8)R_{\text{раб}}$ - при укладке грунта в отвал.

Производство работ экскаватором, оборудованным драглайном

Экскаватор-драглайн применяют для разработки грунта в глубоких выемках, при разработке грунта из-под воды, при зачистке откосов. Преимущество драглайна - большие радиусы действия (до 10 м) и глубина копания (до 12 м). Особенно эффективно разрабатывать драглайном мягкие и плотные грунты, в том числе обводненные.

Разработку грунта драглайном осуществляют лобовыми и боковыми проходками аналогично экскаватору с обратной лопатой.

Боковая проходка с перемещением экскаватора вдоль выемки и с односторонней выгрузкой грунта в отвал применяется при разработке грунта для образования выемки шириной $(0,8-0,9)R_{\text{раб}}$.

При лобовой проходке образуется выемка шириной до $1,3R_{\text{раб}}$ при этом отвал размещается не на максимальном расстоянии от верхней бровки.

Производство работ экскаватором, оборудованным грейфером

Экскаватор-грейфер применяют для разработки грунта в глубоких колодцах, котлованах, траншеях, особенно в условиях наличия грунтовых вод.

Экскаваторами, оборудованными прямой и обратной лопатами, драглайном, грейфером, отрывают выемку на глубину меньше проектной, с оставлением так называемого «недобора» ([СНиП 3.02.01-87](#), пп. 3.7-3.9, табл. 4,5). Слой недобора (5-10 см) оставляют для того, чтобы избежать повреждения основания и не допускать переборов грунта. Для повышения эффективности работы экскаватора применяют скребковый нож, насаженный на ковш экскаватора. Это приспособление позволяет механизировать операцию по зачистке дна котлованов и траншей и вести их с точностью до ± 2 см, что исключает необходимость ручной доработки.

Для разработки недобора грунта применяют также бульдозер, который перемещает грунт к нижней бровке котлована и оставляет слой недобора 4-5 см., который зачищается вручную перед монтажом конструкций

Производство работ экскаваторами непрерывного действия

Разработка грунта экскаваторами непрерывного действия осуществляется по следующей технологии. До начала разработки грунта поверхность земли по трассе траншеи выравнивается бульдозером. Ширина этой полосы должна быть не менее ширины гусеничного хода экскаватора. После планировочных работ и разбивки осей отрывка грунта в траншее, как правило, ведется в сторону повышения рельефа. При этом отвал грунта размещается с одной стороны (преимущественно с нагорной) для защиты траншеи от поверхностных вод. Заданный продольный уклон траншеи и глубину разработки грунта регулируют подъемом или опусканием рабочего органа (ротора или ковшовой цепи) экскаватора.

Производство работ бульдозерами

Бульдозеры эффективно применяются для разработки неглубоких (до 2 м) выемок с перемещением грунта в отвал, для обратной засылки траншей и котлованов после монтажа конструкций.

При разработке неглубоких выемок срезка грунта осуществляется послойно (до 30 см), для того чтобы уменьшить потери в процессе перемещения.

Современные бульдозеры оборудуются отвалами с боковыми откылками, что позволяет увеличить толщину срезаемого слоя грунта до 50 см.

При разработке грунта в широких выемках применяется несколько технологических схем, обеспечивающих наибольшую производительность бульдозеров.

Так, при отсыпке разрабатываемого грунта с перемещением в отвал наиболее рациональной является поперечная схема с ярусно-траншейной разработкой.

Суть этой технологии состоит в том, что каждый последующий проход бульдозера выполняется со смещением вдоль выработки на расстояние, превышающее ширину отвала на 0,4-0,6 м. В результате между смежными проходами остаются вертикальные стенки, препятствующие высыпанию грунта за пределы призмы грунта перед отвалом. Во вторую очередь выполняется срезка вертикальных стенок.

В случае устройства узких выемок и траншей наиболее рациональная продольная схема разработки грунта на всю глубину. По данной схеме копание грунта выполняется захватками длиной не более 50 м.

При перемещении грунта на расстояние свыше 50 м применяется разработка с промежуточным валом или спаренная работа бульдозеров.

При отрывке котлована следует устраивать противоположный откос более пологим (15-20%) для въезда и выезда машин в котлован и из него. Обычно эти откосы устраивают вдоль короткой стороны котлована в плане, так как создание таких откосов связано со значительной дополнительной разработкой грунта.

Производство работ скреперами

Скреперы - наиболее высокопроизводительные землеройно-транспортные машины; применяются в районах с непродолжительным зимним периодом при разработке грунтов в котлованах и при планировке поверхностей. В настоящее время применяют прицепные, полуприцепные и самоходные скреперы.

Прицепные и полуприцепные скреперы эффективно применять при транспортировании грунта на расстояние до 1000 м, а самоходные - до 3000 м.

Скреперами ведут разработку, транспортировку и укладку грунтов I и II группы по трудности разработки (песчаных, супесчаных, лессовых; суглинистых, глинистых и других, не имеющих валунов). Более плотные грунты необходимо предварительно рыхлить.

Выбор типа скрепера существенно зависит от объема земляных работ.

Так, при объеме до 40 тыс. м целесообразно применять прицепные скреперы с ковшом 7 м, при 40-80 тыс. м - 10 м, при 80 тыс. м и более - 15 м.

При перемещении грунта на расстояние более 500 м применяют прицепные скреперы емкостью 10 м.

Толщина срезаемого слоя грунта зависит от вида грунта и мощности двигателя и равна, как правило, 20-35 см - для песчаных грунтов и 10-20 см - для глинистых. При этом длина пути набора грунта в ковш равна 18-35 м и зависит от емкости ковша.

Процесс выполнения основных операций по устройству выемки сопровождается выполнением комплекса вспомогательных работ.

Разработка грунта погрузчиками

В зависимости от мощности и грузоподъемности погрузчиков, физико-механических свойств разрабатываемых грунтов ковш погрузчика можно наполнять раздельным, совмещенным, экскавационным и комбинированным способами.



При раздельном способе ([рис.1, а](#)) ковш устанавливают режущей кромкой горизонтально или под углом $3 - 5^\circ$. При движении со скоростью $1,4 \dots 1,8$ км/ч ковш внедряют в грунт на глубину $0,85 \dots 1$ длины ковша. После внедрения ковша и остановки машины его запрокидывают до упора и поднимают стрелу в транспортное положение. При высокой квалификации машиниста процесс подъема стрелы в транспортное положение и движения к месту разгрузки можно совместить. Во избежание ударных нагрузок на конструкции и большого износа шин не рекомендуется превышать скорость движения свыше 4 км/ч. Кроме того, для погрузчиков грузоподъемностью до 6 т нежелательно производить слишком глубокое внедрение ковша, так как происходит перенапряжение гидросистемы подъема стрелы. Этот способ наиболее широко применим при погрузке сыпучих строительных материалов.

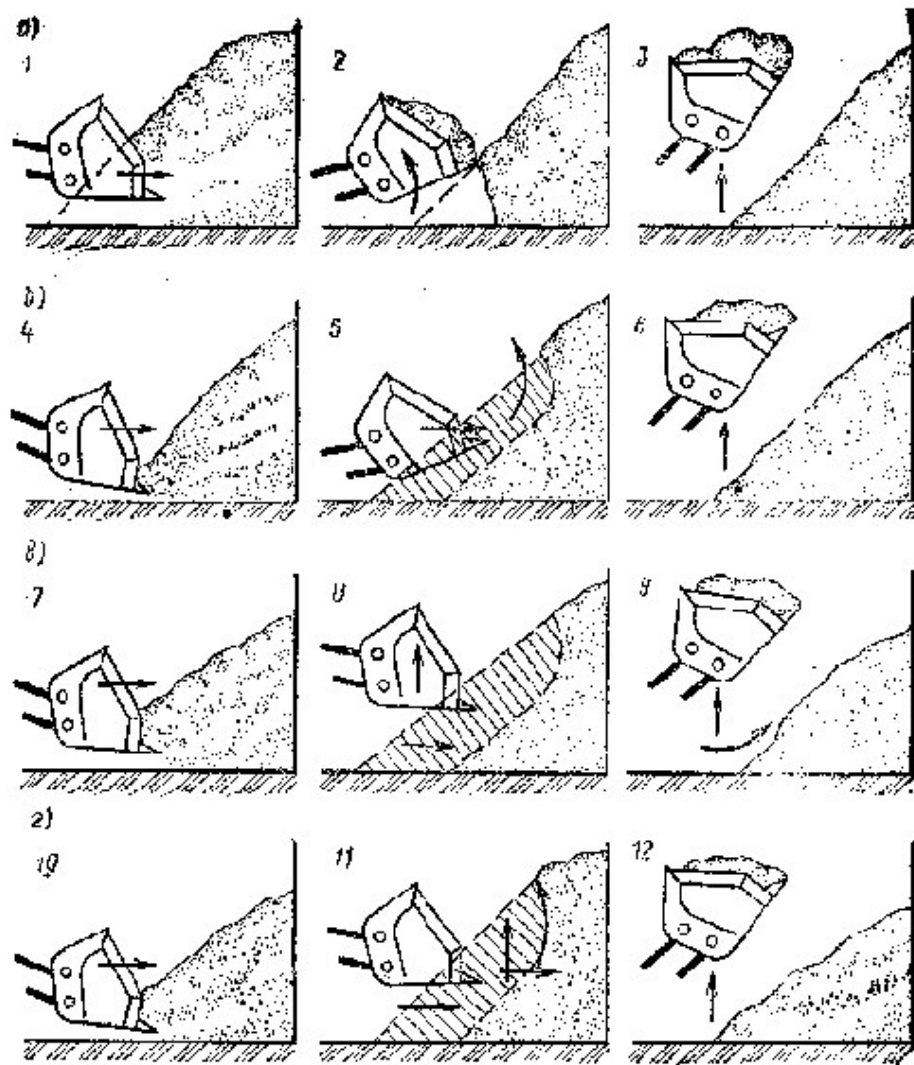


Рис.1. Основные схемы разработки грунта погрузчиками

а - раздельный; б - совмещенный; в - экскавационный; г - комбинированный; 1, 4, 7, 10 - внедрение ковша; 2 - запрокидывание и поворот ковша; 3, 6, 12 - подъем стрелы для установки ковша в транспортное положение; 5, 8 - поворот ковша с одновременным продвижением вперед; 9 - подъем ковша и подъем (опускание) опускание стрелы для установки ковша в транспортное положение; 11 - попеременный поворот ковша и подъем стрелы с одновременным движением

При совмещенном способе ([рис.1, б](#)) внедрение ковша в грунт происходит на глубину 0,5 ... 0,6 длины ковша, при скорости 2,5 ... 5 км/ч ковш запрокидывают постепенно. Для наилучшего заполнения ковша необходимо, чтобы скорость движения погрузчика была близка к средней линейной скорости запрокидывания режущей кромки ковша. Тогда напорное усилие внедрения снижается в 2 - 3 раза по сравнению с отдельным способом. Данный способ копания наиболее эффективен для погрузчиков грузоподъемностью до 10 т при разработке грунтов I - II групп из целика и в разрыхленном состоянии, а также погрузке строительных материалов.

Экскавационный способ ([рис.1, в](#)) заключается в том, что ковш наклоняют к основанию забоя на угол 3 - 5°. После внедрения ковша на глубину до 0,4 - 0,5 глубины ковша производят подъем стрелы. При выходе из забоя во избежание потерь грунта ковш запрокидывают. При разработке тяжелых грунтов, когда не обеспечивается необходимая глубина внедрения, следует производить дополнительные внедрения. Этот способ целесообразен при разработке плотного и связного грунта при высоте забоя 1,5 м и выше.

Для погрузчиков грузоподъемностью более 10 т максимальное наполнение ковша, в особенности на грунтах IV - V групп, достигается при комбинированном способе разработки ([рис.1, г](#)). По мере внедрения котла с наклоном днища 3 ... 5° одновременно с напорным движением погрузчика с помощью механизмов поворота ковша и подъема стрелы осуществляют попеременно поворот котла на угол 2 ... 3° и подъем стрелы на 5 ... 10° до момента выхода ковша из забоя. Такой способ из-за сложности применяют пока только высококвалифицированные машинисты. При этом производительность погрузчика повышается на 5 ... 10 %.

Уплотнение грунта катками, грунтоуплотняющими машинами

Грунты, разработанные землеройными и землеройно-транспортными машинами, при укладке в насыпи земляных сооружений не обладают достаточной несущей способностью, имеют повышенную фильтрационную способность и характеризуются большой объемной сжимаемостью. Для устранения указанных недостатков грунты искусственно уплотняют до требуемого состояния, характеризуемого коэффициентом уплотнения k значение которого устанавливается строительными нормами в зависимости от вида сооружения и климатических зон.

В современном строительстве сооружений из отсыпанного грунта применяют следующие способы его уплотнения:

- укатка (катки статического действия с гладкими, кулачковыми, решетчатыми вальцами и катки на пневмошинах);

- трамбование (трамбующие машины и трамбующие плиты на базе экскаваторов);
- вибрационное уплотнение (прицепные и самоходные виброкатки, виброплиты и навесные виброуплотнители).

Катки

Относятся к числу наиболее производительных и дешевых средств. Помимо грунтов они могут быть использованы для уплотнения различных оснований, песчано-гравийных подготовок и дорожных покрытий. Конструктивно катки выполняются статического и комбинированного действия. Катки статического действия могут быть гладкими, кулачковыми, сегментными, решетчатыми и пневмоколесными. По способу агрегатирования катки разделяют на прицепные, полуприцепные и самоходные.

Самоходные и прицепные катки статического действия с гладкими металлическими вальцами могут производить послойное уплотнение грунтов на глубину 10 - 15 см.

Самоходные катки с гладкими вальцами применяются все реже. Их вытесняют вибрационные катки комбинированного действия.

Рабочий орган прицепного катка выполнен в виде металлического колеса с жестким ободом. Валец вращается на оси, установленной в цапфах охватывающей рамы. Рама снабжена дышлом с серьгой для соединения с базовым тягачом. На ободе вальца размещен закрытый крышкой люк, через который внутренняя полость вальца может заполняться балластом для увеличения массы катка. В качестве балласта применяют песок или каменные материалы. Поверхность вальца очищается от налипающего грунта скребком, установленным на раме.

Для послойного уплотнения насыпных грунтов используют сцепки из трех-пяти катков. Требуемая степень уплотнения грунта достигается многократным последовательным проходом катка по одному месту.

Наименьшая технологически возможная длина уплотняемого участка зависит от допускаемого времени на разворот в конце участка и при скорости движения катка 1 - 1,5 м/с составляет 200 - 450 м.

Кулачковые катки предназначены для уплотнения тяжелых связных глинистых (нелипких) грунтов, но не дают никакого эффекта при уплотнении несвязных грунтов, так как вследствие высокого давления под кулачками грунт выдавливается в стороны и вверх. У них суммарная опорная поверхность кулачков не превышает 4 - 5% поверхности цилиндра, описанного по вершинам кулачков. Процесс уплотнения грунта распространяется снизу вверх. После первых проходов катка образуются отдельные уплотненные ядра, число которых растет с каждым проходом. Несущая способность грунта увеличивается и каток постепенно поднимается вверх. Для уплотнения верхнего слоя грунта нужны другие катки (с гладкими

вальцами, пневмоколесные и другие, способные обеспечить необходимое качество поверхности).

Решетчатые катки выполнены в виде плетеной сварной решетки, укрепленной на бортовых и средних кольцах. Внутри решетчатого вальца установлены два конуса, соединенные в середине основаниями, для очистки полости вальца от проваливших через ячейки решетки комьев грунта.

Решетчатые катки хорошо зарекомендовали себя при уплотнении связных и малосвязных грунтов с большим содержанием крупнообломочных включений. Их можно применять и зимой, так как решетки дробят комья и погружают их в массив грунта.

Катки малоэффективны при уплотнении переувлажненных связных грунтов, особенно в зимний период, поскольку грунт интенсивно смерзается с решеткой.

Пневмоколесные катки предназначены для послойного уплотнения грунтов и гравийно-щебеночных материалов в различных областях строительства при широком фронте работ. Они получили широкое распространение благодаря высокой уплотняющей способности и возможности регулировать силовое воздействие на уплотняемые материалы путем автоматического изменения давления в шинах или установки пригруза.

Самоходные вибрационные катки комбинированного действия предназначены для уплотнения насыпных и предварительно спланированных слоев грунта, нижних слоев асфальтобетонных покрытий и материалов дорожных оснований. В последнее время они получили широкое распространение.

Трамбующие машины с падающими плитами

Предназначены для уплотнения тяжелых связных грунтов, отсыпаемых толщиной 0,8 м и более при сосредоточенных объемах работ, а также в гидротехническом строительстве. Высокий уплотняющий эффект обусловлен высокой энергоотдачей (18835 Дж от единичного удара плитой).

Трамбующая машина представляет собой навесное рабочее оборудование на базе гусеничного трактора (Т-130.1.Г, Т-170.01), оборудованного ходоуменьшителем.

Виброплиты

Используют при уплотнении грунта в стесненных условиях (пазухи фундаментов, вокруг колонн в опор, при устройстве грунтовых подсыпок под полы зданий и т. д.).

В качестве привода виброплит применяют трехфазные асинхронные двигатели в двигателях внутреннего сгорания.

Существует несколько вариантов исполнения виброплит, но наиболее широкое распространение получили подвесные одно- и двухмассные виброплиты, самопередвигающиеся виброплиты.

Самопередвигающиеся виброплиты характеризуются тем, что у них источник направленных колебаний представляет собой дебалансный вибровозбудитель. Самопередвижение плиты осуществляется под действием горизонтальной составляющей суммарной вынуждающей силы, генерируемой вибровозбудителем.

Гидромеханизация и закрытые способы производства земляных работ

Гидромеханический способ производства земляных работ основан на использовании кинетической энергии потока воды для разработки, транспортировки и укладки грунта. Применение этого способа целесообразно при больших объемах работ, необходимости устройства насыпей с минимальной осадкой, при наличии достаточных ресурсов воды и электроэнергии.

Весьма эффективен способ гидромеханизации при планировке под застройку пойменных и других территорий, возведении плотин, дамб и т.д.

Технологический процесс гидромеханизации включает: размыв грунта в забое, транспортирование образовавшейся смеси грунта с водой - пульпы - к месту укладки - намыва и укладку грунта в результате оседания его частиц из пульпы на участке устройства насыпи.

Для разработки грунта в забое используют гидромониторные установки. Они состоят из гидромониторов и системы водоводов, подающих воду от насосной станции.

Гидромонитор состоит из стального ствола, имеющего шарнирное соединение с водоводом, что позволяет изменять положение ствола в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

В гидромониторе формируется струя воды большой кинетической энергии, размывающая грунт в забое. Образующаяся пульпа стекает по подошве забоя в сборный колодец-зумпф или в сборные каналы.

Разработка грунта может производиться встречным забоем, когда гидромонитор располагается на подошве забоя и размыв идет снизу вверх, или попутным забоем с размещением гидромонитора над забоем и размывом грунта сверху вниз. Чаще применяют встречный забой, позволяющий более интенсивно вести размыв.

По мере удаления плоскости размыва от гидромонитора разрушающая сила струи падает и требуется передвижка его на новую позицию, ближе к забою. Чтобы обеспечить эффективный размыв и непрерывное поступление пульпы, в забое размещают как минимум два гидромонитора, попеременно чередуя их работу и передвижку.

В зависимости от вида грунта для размыва и транспортировки его требуется значительный удельный расход воды - от 3,5 до 16 м³ на 1 м³ грунта при рабочем, давлении 0,2-0,8 МПа.

Для разработки грунта под водой в реках и водоемах применяются плавучие землесосные снаряды. В состав оборудования земснаряда входят грунтозаборное (всасывающее) устройство, землесос, механизмы регулирования режима работы и перемещения.

Размыв грунта осуществляется потоком воды, всасываемой через грунтозаборное устройство землесосом, который обеспечивает также напорную транспортировку образующейся пульпы. Для интенсификации разработки грунтозаборное устройство может иметь механический или вибрационный рыхлитель грунта. От земснаряда до берега монтируется плавучий пульповод на понтонах. Дальнейшая транспортировка и укладка пульпы происходит так же, как при гидромониторной разработке.

В зависимости от условий производства работ транспортировка пульпы может быть самотечной и напорной. При достаточном перепаде высот между забоем и участком намыва транспортировка пульпы возможна под действием гравитационных сил самотеком по лоткам и трубам. Этот способ имеет ограниченное применение.

При напорной транспортировке пульпа из зумпфа в забое перекачивается землесосом по пульповоду к месту намыва.

Землесос - центробежный насос, конструкция которого позволяет перекачивать жидкую массу с твердыми включениями диаметром до 300 мм. Создаваемый землесосом напор обеспечивает трубопроводную транспортировку пульпы на значительные расстояния.

Пульповоды, так же как и водоводы, монтируются к гидромониторам в основном из инвентарных труб с быстроразъемными соединениями, что позволяет оперативно изменять длину трубопроводов при минимальных трудозатратах.

Укладка (намыв) грунта происходит в результате оседания частиц грунта из пульпы, когда скорость движения ее становится ниже критической величины. Используя бульдозеры, площадь намыва ограждают по периметру грунтовыми валками, создавая так называемую «карту намыва», и заполняют ее пульпой. Скорость движения пульпы в карте падает практически до нуля, грунт осаждается, осветленная вода через водосборные колодцы, предварительно устроенные в карте, сбрасывается за пределы участка намыва.

При безэстакадном способе у подошвы возводимой насыпи с одной или двух сторон укладывают пульповоды с наклонными патрубками, через которые пульпа поступает в карту намыва. По мере возведения насыпи патрубки наращиваются.

При эстакадном способе в зоне намыва сооружается эстакада. По ней на отметке выше проектной отметки возводимой насыпи укладывают магистральный пульповод, имеющий отверстия или патрубки для слива пульпы. Этот способ применяется в основном для возведения насыпей большой ширины, так как он менее экономичен в сравнении с безэстакадным.

Карты намыва устраивают длиной до 200 м. В зависимости от вида грунта и назначения насыпи толщина слоя, намываемого за один прием, составляет 0,5-2,5 м.

Для бесперебойного выполнения намыва должно быть не менее двух карт. Если одна заполняется пульпой, то в другой происходит ее отстой, устраивают обвалование, наращивают патрубки и др. Эти операции попеременно происходят в каждой карте.

Закрытые (подземные) способы производства работ используют при прокладке инженерных коммуникаций и устройстве подземных выработок различного назначения под улицами, дорогами, зданиями, сооружениями и т.д., когда затруднено или невозможно применение открытых способов разработки грунта.

В зависимости от назначения и размеров подземных выработок закрытым способом грунты разрабатывают, а коммуникации прокладывают с помощью щитовой проходки, продавливания, прокола, вибропрокола, пневмопробойников, горизонтального бурения и др.

Щитовая проходка применяется для устройства выработок глубокого заложения диаметром 2 м и более при значительной их протяженности. Разработка грунта ведется под защитой проходческого щита, состоящего из рабочего, домкратного и хвостового отсеков. Выработку крепят сборной или монолитной бетонной обделкой. По мере разработки грунта щит продвигается с помощью домкратов, опирающихся на обделку. Способ щитовой проходки используется в основном для прокладки коммунальных и транспортных тоннелей. Способ продавливания применяется при бестраншейной прокладке труб диаметром 600-1800 мм на расстояние до 70 м и железобетонной обделке коллекторов диаметром до 3 м (рис. 2). Первая секция продавливаемой трубы снабжается режущим наконечником (ножом) и с помощью домкратов внедряется в переднюю стенку котлована. Грунт из трубы извлекают различными способами. По мере продвижения трубы между домкратами и ее торцом вставляются нажимные патрубки длиной, кратной шагу домкратов. После продавливания первого звена стыкуют с ним следующее звено и операции повторяют до завершения проходки на требуемую длину.

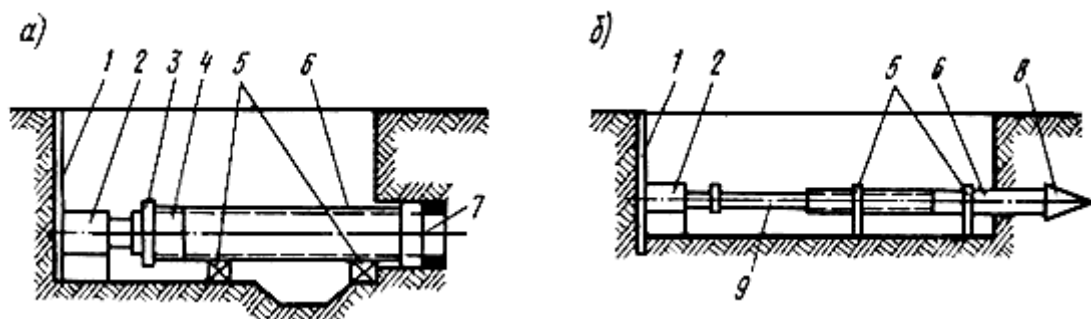


Рис. 2. Схемы закрытых способов прокладки трубопроводов

а - способом продавливания; б - способом прокола; 1 - упорный щит; 2 - гидравлический домкрат; 3 - нажимный фланец; 4 - нажимный патрубок; 5 - направляющее устройство; 6 - труба; 7 - нож; 8 - наконечник трубы; 9 - шомпол

Прокол используют для прокладки трубопроводов диаметром до 400 мм на длину до 60 м.

Вдавливание трубы в грунт происходит под давлением гидравлических домкратов, усилие от которых передается трубе через шомпол с переставным штоком. На первом звене трубы устанавливают закрытый конический наконечник диаметром на 20-30 мм больше диаметра трубы. Прокол ведут циклично, продвигая трубу, уложенную в направляющие, за каждый цикл на величину рабочего хода домкрата. Труба наращивается по мере вдавливания.

Вибропрокол применяют в песчаных грунтах. Сущность его состоит в том, что вибрация от прокалываемой трубы, снабженной вибратором, передается частицам прилегающего грунта и в результате существенно уменьшается сила трения.

Пневмопробойники используют для устройства горизонтальных скважин диаметром от 140 до 300 мм (с расширителем) на длину до 50 м при высокой скорости проходки-до 80 м/ч. В пневмопробойник, имеющий реверсивный механизм ударного действия, подается сжатый воздух с давлением 0,6 МПа. Под воздействием направленных ударов корпус пробойника уплотняет грунт, продвигается вперед, оставляя за собой круглую скважину с плотными стенками.

Горизонтальное бурение применяют для прокладки труб диаметром до 600 мм на расстояние до 40 м и производят станками горизонтального бурения.

При устройстве проходок мелкого заложения (продавливание, прокол и т.д.) предварительно отрывают котлован в начале участка проходки и траншею - в конце. В котловане размещают технические средства, необходимые для бестраншейной прокладки коммуникаций (домкраты, направляющие и нажимные приспособления и др.).

Глава 4. Работы по искусственному замораживанию грунтов

Разбивку осей под замораживающие колонки следует производить от основных осей сооружения. Допустимое отклонение от проекта -5 см. Для бурения скважин под замораживающие колонки применяют установки ударного, вращательного, турбинного и комбинированного способов бурения. При вращательном способе бурения с глинистым раствором скважина должна быть ниже глубины замораживания на величину отстоя шлама, но не ниже 1 м.

В процессе бурения скважин под замораживающие колонки необходимо принимать меры для предупреждения отклонений скважины от проектного направления путем установки кондукторов. Максимальные отклонения устанавливаются проектом, но не должны для вертикальных скважин превышать 1% их глубины, для наклонных - 2%. При отклонении скважины от проектного направления свыше допустимого исправляют кривизну или пробуривают скважину вновь. Замораживающие колонки погружают немедленно по окончании бурения скважины. Перед спуском в скважину внутреннюю часть трубы очищают. Стык каждой наращиваемой трубы и башмака замораживающей колонки перед опусканием в скважину подвергают гидравлическому испытанию на герметичность давлением 2,5 МПа. Кроме того, герметичность колонки проверяют наблюдением за уровнем залитой в нее жидкости. Колонка считается герметичной, если в трехдневный срок уровень жидкости в ней изменяется не более чем на 3 мм.

В процессе монтажа холодильной установки проводят индивидуальное гидравлическое или пневматическое испытание устанавливаемых аппаратов с освидетельствованием и регистрацией их в соответствии с [«Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением»](#), утвержденными Госгортехнадзором России. По окончании монтажа холодильной установки и трубопроводов



Рис. 3. Смонтированная система

хладоагента испытывают систему в целом сжатым воздухом под давлением 1,2 МПа для всасывающей и 1,8 МПа для нагнетательной стороны. Монтаж системы считается выполненным, если в течение первых 6 ч давление в системе снижается не более чем на 10 %, а в течение остального времени остается постоянным.

После монтажа рассольную сеть промывают водой, а затем испытывают гидравлическим давлением, в 1,5 раза превышающим рабочее, но не меньшим, чем 0,6 МПа. Сеть считается пригодной для эксплуатации, если в течение 15 мин давление опрессовки не изменяется и при осмотре сети не обнаружено течи в соединениях и трубах. При заполнении рассольной сети холодоносителем из замораживающих колонок и трубопроводов удаляют воду, оставшуюся после гидравлического испытания. Рассол пропускают через сетку с отверстиями 0,5-1 мм. Замораживающие колонки, если порядок их включения в работу не оговорен проектом, вводят в эксплуатацию в период до 5 сут. Включение колонок в работу группами допускается только при соответствующем обосновании, при этом в первую очередь вводят в действие смежные колонки, имеющие наибольшие отклонения в разные стороны. При эксплуатации замораживающих колонок устанавливают контроль питания их рассолом. Температура выходящего из колонки рассола при установившемся режиме не должна отличаться более чем на 3 °С от температуры рассола, измеренной в распределителе (на каждые 100 м глубины замораживания).

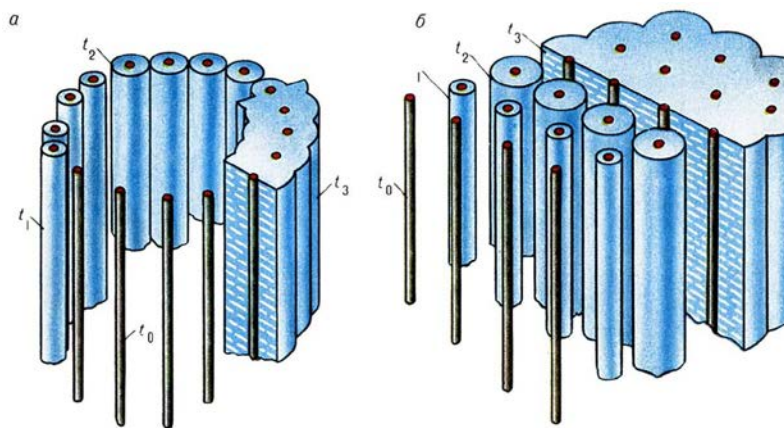


Рис. 4. Расположение замораживающих колонок

Работа замораживающей станции и подача рассола в замораживающие колонки должна быть непрерывной в течение всего периода активного замораживания грунта. Работа замораживающей станции после создания ледогрунтового ограждения должна обеспечивать его сохранение по режиму, установленному проектом. В процессе

замораживания водоносных пластов, заключенных между глинистыми прослойками, постоянно контролируют обеспечение свободного подъема грунтовых вод через разгрузочные скважины.

Достижение проектных размеров и сплошность ледогрунтового ограждения устанавливают по следующим данным: наличие отрицательной температуры на разных глубинах во всех термометрических скважинах, расположенных в пределах ледогрунтового ограждения; подъем уровня воды в гидрологических наблюдательных скважинах в замкнутом контуре; стабильность температуры рассола.

По достижении проектных размеров и сплошности ледогрунтового ограждения организация, проектировавшая это ограждение, уточняет режим работы замораживающей станции и рассольной сети для поддержания проектных размеров и температуры ледогрунтового ограждения на срок до окончания всех работ, проводимых под его защитой.

Глава 5. Свайные работы

Свайные работы

Сваи применяют для передачи нагрузки от возводящихся зданий и сооружений нижележащим слоям грунта или для уплотнения грунта и увеличения его несущей способности как основания. К свайным работам также относят устройство шпунтовых ограждений при постройке водонепроницаемых перемычек, для защиты котлованов от грунтовых вод и удержания фунта от выпирания.

Производство и приемка земляных работ, устройство оснований и фундаментов при строительстве новых, реконструкции и расширении действующих предприятий, зданий и сооружений регламентируется в [СНиП 3.02.01-87](#) «Земляные сооружения, основания и фундаменты».

По характеру работы сваи подразделяют на сваи-стойки, которые передают давление от зданий и сооружений на прочный грунт, расположенный под толщей слабого фунта, и висячие сваи, передающие нагрузку на окружающий грунт через трение о боковые стенки.

В плане сваи располагают полями — в несколько рядов или в шахматном порядке, кустами — группами из нескольких свай, рядами, сплошными шпунтовыми рядами. В грунт сваи забиваются вертикально (вертикальные сваи) и наклонно под некоторым углом (наклонные сваи). Верх свай срезают под один уровень и соединяют между собой ростверком, принимающим на себя нагрузку от зданий и сооружений, равномерно распределяя ее на сваи.

Размещение, тип, размер, глубина и способы погружения свай указываются в проектах. Сваи различают по способу изготовления, материалу, форме поперечного и продольного сечений и способу погружения.

Забивка — основной способ погружения готовых свай. Для забивки применяют специальные установки — копры, оборудованные механическими, паровоздушными или дизельными молотами. Механические и паровоздушные молоты в массовом строительстве постепенно заменяются гидравлическими и вибрационными дизель-молотами из-за их высокой производительности и простоты эксплуатации. Выпускавшиеся ранее копры на рельсовом и пневмоходу заменяются копровыми установками на гусеничном ходу из-за их высокой маневренности и проходимости.

Подготовительные работы включают в себя: расчистку и планировку площадки; разбивку положения свай, устройство обносок и путей передвижения копров; доставку и складирование свай, доставку оборудования; оборудование освещения площадки и рабочих

мест; пробную забивку, по результатам которой корректируются схемы забивки и проект производства свайных работ.

Кроме специализированных копровых установок для погружения свай используются универсальные машины — экскаваторы, для чего их оборудуют подвешенной мачтой. Благодаря установке направляющей на стандартную крановую стрелу за короткий промежуток времени экскаватор выполняет функции сваебойной машины.

Забиваются деревянные, железобетонные, стальные сваи и шпунтовые ограждения.

Нижний конец деревянных свай заостряют и устанавливают металлические башмаки, защищающие острие сваи от повреждения при погружении, на головную часть сваи надевают бугель — металлическое кольцо, предохраняющее сваю от «размочаливания» при ударах. Для предохранения от гниения деревянные сваи пропитывают антисептиком и располагают ниже уровня грунтовых вод.

Для повышения трещиностойкости железобетонные сваи рекомендуется подвергать предварительному напряжению, а перед погружением — пропитывать составами на основе нефтебитума. Металлические сваи и шпунтовые ограждения, погружаемые забивкой, покрывают антикоррозийной обмазкой.

Забивка свай ведется до получения заданного проектом отказа.

Отказ — глубина погружения сваи от одного удара. Отказ измеряют с точностью до 1 мм. Осадку от одного удара в конце забивки сваи измерить трудно, поэтому отказ определяют как среднее значение при серии ударов, называемых *залогом*.

При погружении свай дизель-молотами и паровоздушными молотами одиночного действия залог принимается равным 10 ударам, при погружении свай молотами двойного действия и вибропогружателями залог принимают равным числу ударов за 1 мин забивки.

Процесс погружения сваи складывается из следующих операций:

- подтягивание и подъем сваи с одновременным заведением ее головной части в гнездо наголовника в нижней части молота;
- установка сваи в направляющих в месте забивки;
- забивка сваи сначала несколькими легкими ударами с последующим увеличением силы ударов до максимальной. При отклонении положения сваи от вертикали более чем на 1 % сваю выправляют подпорками, стяжками и т. п., или извлекают и забивают вновь;
- передвижение копровой установки и срезание сваи по заданной отметке.

Деревянные сваи срезают пилой, верх железобетонных свай срубают отбойным молотком, арматуру срезают газовой резкой, обнажившуюся арматуру затем сваривают с арматурой ростверка.

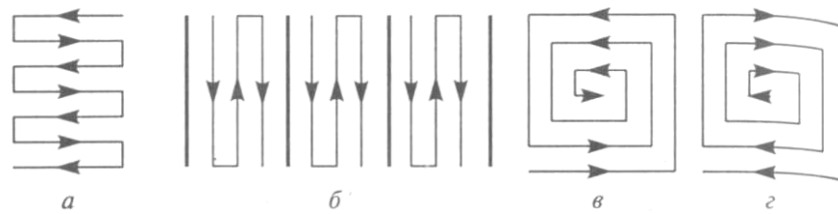


Рис. 5. Основные схемы забивки свай

Существуют следующие основные схемы забивки свай ([рис. 5](#)): рядовая, секционная и две спиральных (от краев к середине в обычных условиях, от середины к краям при плотном грунте).

Недостатком забивных свай является динамическое воздействие на людей и здания, поэтому были разработаны безударные способы погружения готовых свай ([рис. 6](#)).

Вибрационным способом обычно погружают полые сваи и стальной шпунт, поскольку такие конструкции свай при погружении встречают меньшее сопротивление грунта. В зависимости от массы свай используют низкочастотные (400 колебаний в минуту) или высокочастотные погружатели (1500 колебаний в минуту). Последние применяются при погружении свай небольшой массы. Вибрационный способ наиболее эффективен при несвязных водонасыщенных грунтах.

Виброударный способ погружения свай — универсальный. Вибромолот совершает удары по наголовнику сваи, когда зазор между ударником вибровозбудителя и сваей меньше амплитуды колебаний возбудителя.

Способ *вдавливания* коротких свай (до 6 м) более безопасен для окружающих сооружений, чем вибрационный и виброударный способы. Однако в плотных грунтах перед вдавливанием необходимо бурить лидирующие скважины небольшого диаметра.

При *вибровдавливании* свая погружается от комбинированных воздействий вибрации и статической нагрузки. Этот способ более эффективен, чем простое вдавливание.

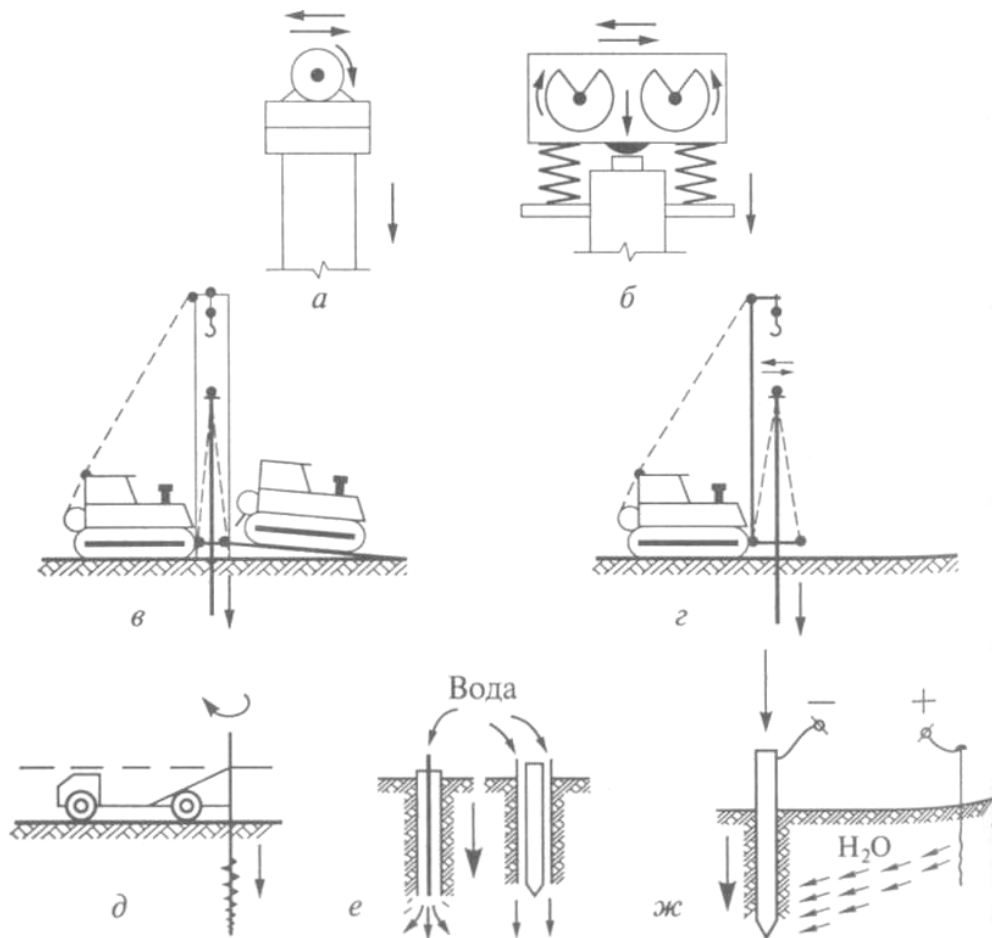


Рис. 6. Схемы безударных способов погружения свай:

а – вибрационный; б – виброударный; в – вдавливание; г – вибровдавливание; д – завинчивание;
е – подмыв; ж – электроосмос

Винтовые сваи изготавливают стальными или комбинированными: нижняя винтовая часть — стальная; верхняя — железобетонная. Такие сваи применяются в качестве фундаментов и анкеров при строительстве мачт, линий электропередачи, радиосвязи и т. п.

Винтовые сваи Фундэкс

(смотреть видео в интернете)



С *подмывом* под давление воды не менее 0,5 МПа могут погружаться сваи-стойки, если нет опасности осадки близлежащих сооружений. Расположение подмывных трубок бывает центральным или боковым. Центральное расположение более предпочтительно, поскольку при боковом расположении подмывные трубки часто повреждаются и заполняются грунтом. В связи с размывом грунта под пятой сваи за 1... 1,5 м до проектной отметки подмыв прекращают, дальше сваю погружают без подмыва.

Электроосмос используют при погружении свай в плотные глинистые грунты. После кратковременного воздействия постоянного тока у стенок погружаемой сваи-катода

Устройство ростверков

Назначение ростверков — объединение отдельных свай в общий свайный фундамент. Ростверки бывают монолитными и сборно-монолитными различной высоты и формы.

Процесс возведения ростверка ([таблица 7](#)) мало отличается от традиционных схем бетонирования плит. По отметкам срубаются оставшиеся после забивки части свай и оголяется продольная арматура свай. На глубину 0,10...0,15м ниже планировочных отметок снимается грунт и укладывается слой шлака, щебня или песка. Устанавливаются и закрепляются щиты опалубки. Арматура ростверка и свай соединяется. Бетонируются плиты (балки) ростверка; опалубка снимается.

Таблица 7. График производства работ при устройстве монолитного ростверка

Наименование операций	Продолжительность работ, дни						
	1	2	3	4	5	6	7
Срубка голов свай	■						
Устройство песчаной подготовки		■					
Установка опалубки			■	■			
Армирование				■	■		
Бетонирование					■	■	
Снятие опалубки							■

Устройство буронабивных свай

Рекомендуемый порядок устройства набивных свай описывается в [МДС 12-52.2009](#) «Устройство набивных свай».

Устройство свай в пробуренных скважинах

В составе основных работ по устройству сваи выполняется бурение скважины, изготовление и опускание арматурного каркаса в скважину (в необходимых случаях), заполнение скважины бетонной смесью и обустройство оголовка.

Для приготовления скважины под набивную сваю применяется, как правило, механическое вращательное бурение с помощью самоходных бурильных машин или бурильно-кранового оборудования, навешиваемого на тракторы и автомобили. Рабочий орган - бур - при вращении разрыхляет и при движении вниз заглубляется в грунт. При подъеме вращающегося бура разрыхленный грунт поднимается и разбрасывается в стороны от скважины.

Устье скважины обсаживается для предотвращения обрушения грунта металлическим патрубком.

После окончания бурения проверяют глубину скважины и качество ее зачистки. Глубину скважины определяют путем опускания в скважину гибкой мерной нити с лотом, масса которого должна быть в пределах 2 - 3 кг.

Заполнение скважины бетонной смесью следует начинать не позднее чем через 2 ч после окончания бурения, после зачистки и проверки расположения ее в плане, измерения фактической глубины скважины. При более длительном перерыве необходимо производить повторную зачистку скважины.

Если предвидится более длительная задержка с началом бетонирования, то бурение приостанавливают, не доводя скважину до проектной отметки на 1 - 2 м. Этот участок следует проходить непосредственно перед началом бетонирования.

Для предотвращения обрушения скважин при устройстве буронабивных свай могут применяться обсадные стальные трубы (не извлекаемые или инвентарные).

Перед установкой в скважину арматурный каркас очищают от ржавчины и грязи.



Рис. 7. Установка арматурного каркаса

Арматурный каркас ([рис. 7](#)) устанавливают в полость скважины стреловым краном с грузовым моментом не менее 160 тм. Арматурный каркас стропуют кольцевым стропом, поднимают в вертикальное положение, подают к скважине и опускают в ее полость до опирания нижнего кольца жесткости каркаса на основание скважины.

Опускание в обсадную трубу 1 арматурного каркаса 2 краном показано на [рис. 8](#).

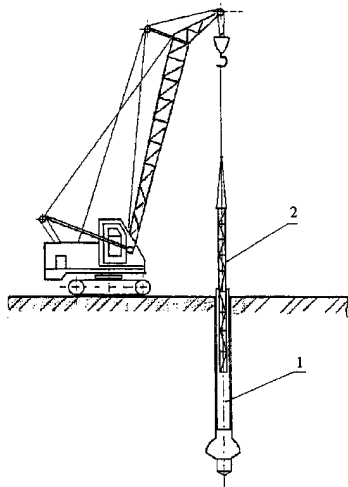


Рис. 8. Опускание арматурного каркаса в скважину

Подача бетонной смеси осуществляется с помощью автобетононасоса с использованием распределительной стрелы или бетононасоса с подачей бетонной смеси по бетоноводу, монтируемому из инвентарных звеньев, соединяемых быстроразъемными хомутами.

Бетонная смесь 1 поступает в скважину, оборудованную обсадной трубой 2, по бетоноводу 3 от бетононасоса 4, загрузка которого осуществляется автобетоносмесителем 5.

При бетонировании сваи с помощью стационарного бетононасоса бетонная смесь поступает в трубу скважины по бетоноводу от бетононасоса, загрузка которого осуществляется автобетоносмесителем.

Изоляция бетонной смеси от воды или жидкого грунта производится за счет установки в нижнем конце вертикального участка бетонопровода глиняного пыжа высотой 1,2 - 1,4 диаметра напорного трубопровода.

При подаче бетонной смеси автобетононасосом напорный трубопровод подсоединяется (рис. 7) с помощью инвентарного замка к последней секции трубопровода стрелы.

В случае использования бетононасоса напорный бетоновод монтируется из горизонтального и вертикального участков.

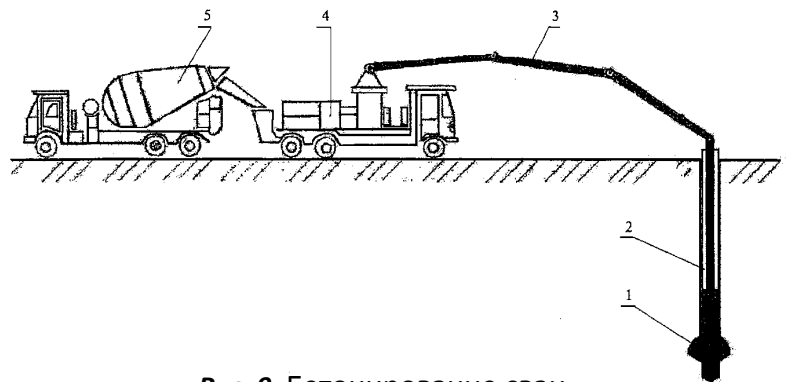


Рис. 9. Бетонирование сваи

Соединение этих участков осуществляется с помощью подвижного компенсатора, что позволяет осуществлять перемещение вертикального участка бетоновода в процессе бетонирования сваи.

В верхней части вертикального участка напорного бетоновода устанавливается поворотное колено под углом 90° с радиусом закругления 0,5 м. В колене устанавливается пробковый кран диаметром 25 - 38 мм, который служит для удаления воздуха из бетоновода при его заполнении бетонной смесью и воздушных пробок в процессе бетонирования.

Собранный бетоновод с помощью крана опускается в скважину и устанавливается непосредственно на дно скважины, а затем присоединяется к магистральному трубопроводу, идущему от бетононасоса.

При открытом пробковом кране производится подача бетонной смеси до тех пор, пока не выйдет весь воздух, о чем будет свидетельствовать выброс цементного молока через отверстие пробкового крана.

После заполнения всего бетоновода бетонной смесью его вертикальный участок с помощью крана поднимается на 300 - 400 мм от дна скважины и одновременно закрывается пробковый кран.

К бетонированию приступают при наличии приготовленной бетонной смеси на полный геометрический объем набивной сваи с учетом бетонирования ее оголовка.

Для бетонирования используют бетонные смеси не ниже, как правило, класса В15. Для скважин диаметром до 300 мм применяется подвижная бетонная смесь с крупным заполнителем фракции 10 - 15 мм.

Уплотнение бетонной смеси выполняется с помощью глубинных вибраторов и (или) арматурных стержней диаметром 20 мм и длиной до 3 м.

При установившемся режиме нагнетания процесс бетонирования должен протекать при динамическом давлении, не превышающем 0,9 от максимального давления, развиваемого бетононасосом.

При давлении в бетоноводе 0,9 от максимального вертикальный участок бетоновода с помощью крана поднимают, не прекращая подачи бетонной смеси, на высоту, меньшую или равную ходу компенсатора. Вертикальный бетоновод при этом должен оставаться заглубленным в бетонную смесь не менее чем на 1,5 м.

При подъеме бетонной смеси на поверхность скважины ее верхний слой с примесью бурового шлама удаляют. Нагнетание бетонной смеси при этом продолжают с минимальной скоростью. После извлечения бетоновода из скважины процесс бетонирования прекращается. Вертикальный участок бетоновода устанавливают в очередную скважину, приготовленную для бетонирования.

При извлечении обсадной трубы грузоподъемным краном необходимо предусматривать особые меры безопасности. Одной из таких мер, с целью исключения возможности образования опрокидывающего момента и перегруза крана, является применение выдергивателя. Извлечение обсадной трубы при этом следует начинать с отрыва и подъема обсадной трубы на 100 - 300 мм выдергивателем. Привод выдергивателя может

Бетонирование оголовка набивной сваи (ростверка) производится согласно проекту с применением съемной и несъемной опалубки требуемой высоты и размерами в плане.

Устройство свай в пробитых скважинах

Основные работы состоят из пробивки скважины пневмопробойником и затем из пяти циклов следующих операций: засыпки скважины бетонной смесью и проходке пневмопробойника с уплотнением смеси. После окончательного извлечения пневмопробойника скважина заполняется песком или щебеночно-песчаной смесью или бетонируется.

Пробивка скважины рассматривается на примере применения пневмопробойника диаметром 130 мм со сжимающимся расширителем диаметром 216 мм и засыпки ее песком.

В качестве объекта-представителя принято свайное поле (участок основания) размером 10 х 10 м (100 м^2) и глубиной пробивки скважин 10 м.

Расстояния между осями свай принято: по горизонтали поля - 550 мм, по вертикали - 500 мм. Радиусы пересекающихся зон уплотнения грунта вокруг свай составляют при этом соответственно 250 и 275 мм. По горизонтали устраивается 17, по вертикали поля - 19 свай.

Пробивка скважины осуществляется следующим образом:

На месте проходки скважины устанавливают на треноге 3 пневмопробойник 1 с лебедкой 2 ([рис. 10](#)). Ось пневмопробойника должна быть при этом совмещена с осью будущей скважины.

Затем присоединяют к пневмопробойнику шланг от компрессора. При запуске в грунт и при выходе из грунта пневмопробойника работы выполняют на пониженном до 0,3 - 0,4 МПа давлении сжатого воздуха.

Постепенно отпускают тормоз на ручной лебедке и пневмопробойник погружают в грунт, образуя скважину. После погружения в грунт примерно на 2 м тормоз лебедки отпускают и пневмопробойник самостоятельно погружается до необходимой глубины скважины, в данном случае - на 10 м.

После образования скважины включают реверс пневмопробойника, при этом расширитель сжимается, уменьшаясь в диаметре, благодаря чему образуется зазор между стенкой скважины и корпусом расширителя. Пневмопробойник извлекают из скважины с помощью лебедки.

В скважину засыпают с помощью специальной машины сухую смесь (песок и цемент) и производят ее уплотнение повторной проходкой пневмопробойника.

Выполняют пять циклов засыпки и уплотнения сухой смеси. На рис. показаны первые три операции устройства набивной сваи: I - первая проходка пневмопробойника 1 с шлангом 2, подвешенного на треноге 3, и образование скважины, II - засыпка скважины сухой смесью 4, III - вторая проходка пневмопробойника с образованием скважины и уплотненной зоны 5, равной двум диаметрам ($2d$) расширителя пневмопробойника.

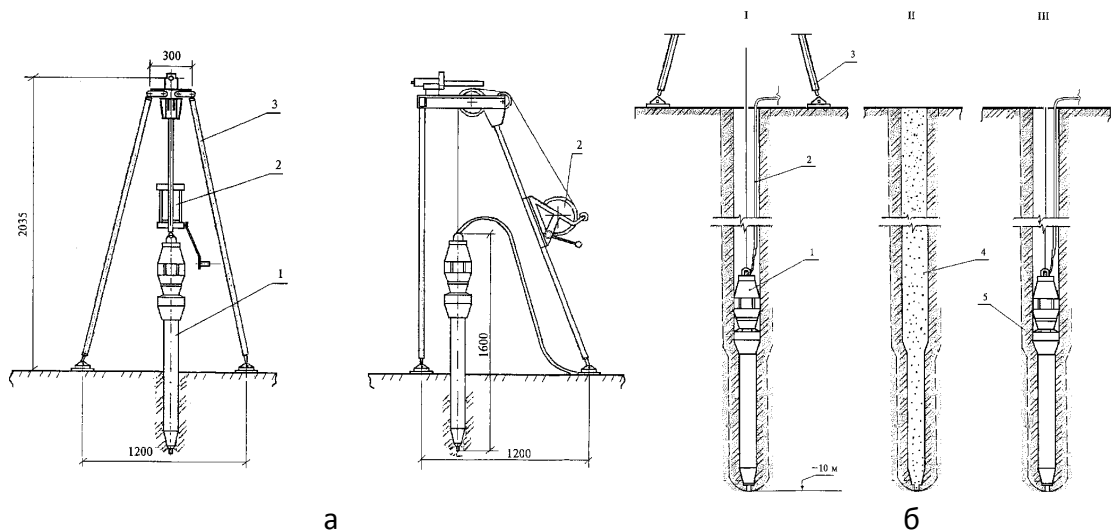


Рис. 10. а – установка пневмопробойника в рабочее положение;
б - устройство сваи с помощью пневмопробойника

Вокруг скважины после каждого прохода пневмопробойника образуется зона уплотнения, увеличивающаяся, соответственно, с двух до трех диаметров сжимающегося расширителя ($2d$; $2,3d$; $2,5d$; $2,75d$ и $3d$). Пробивку последующих скважин производят в той же последовательности. Окончательную засыпку всех скважин производят песком (без каменных включений) экскаватором типа ЭО-2621, оборудованным прямой лопатой. Технологическая последовательность устройства свайного поля размером около 10×10 м с устройством свай в пробитых скважинах такая же, что и с устройством свай в раскатанных скважинах.

Устройство свай в раскатанных скважинах

Основные работы состоят из зашнековки грунта (бурения лидерной скважины), раскатки скважины и затем из пяти циклов следующих операций: засыпки скважины сухой смесью и проходки раскатчика с уплотнением смеси. После окончательного извлечения раскатчика скважина заполняется песком или щебеночно-песчаной смесью или бетонируется способом.

Основные работы рассматриваются на примере применения раскатчика (со сжимающимся расширителем диаметром 240 мм), навешиваемого на одноковшовый экскаватор второй

экскаватора укреплена направляющая обойма с кареткой, на которой размещены шнек (бур) и раскатчик. С помощью каретки в рабочее положение устанавливается либо шнек (бур), либо раскатчик.

На [рис. 11](#) показан раскатчик 1, направляющая обойма 2, которая навешена на рабочее оборудование экскаватора 3.

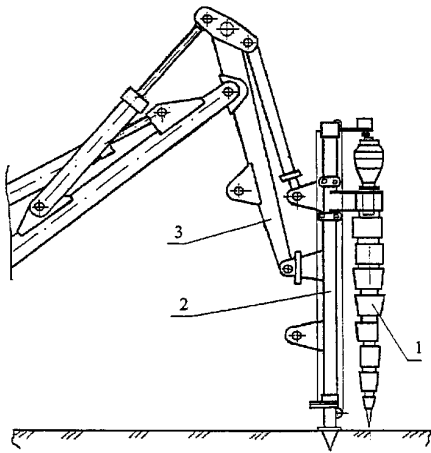


Рис. 11. Раскатчик,
навешенный на рабочее
оборудование экскаватора

В качестве объекта-представителя принято свайное поле (участок основания) с размером около 10 x 10 м (100 м²) и глубиной раскатки скважин 10 м.

Разбивка свайного поля выполнена так, чтобы расстояния между осями свай (скважин) составляли: по горизонтали поля 800 мм, по вертикали - 750 мм. Радиусы пересекающихся зон уплотнения грунта вокруг свай составляют при этом 400 мм. По горизонтали поля устраивается 15, по вертикали - 12 свай.

Зашнековка грунта осуществляется следующим образом. На месте проходки скважины устанавливают экскаватор, ставят на грунт направляющую обойму так, чтобы ось шнека (раскатчика) совпала с осью скважины.

Устанавливают шнек в рабочее положение, совмещают его ось с осью гидромотора, включают привод вращения шнека и его подачи. Производится зашнековка (бурение) грунта на всю длину шнека. Затем извлекают шнек из грунта и отключают гидропривод.

Раскатка скважины осуществляется после ее зашнековки. Поворотом каретки шнек заменяют на раскатчик. Подключают раскатчик к гидроприводу и вставляют его в зашнекованное отверстие в грунте. Производится раскатка скважины на глубину около 1,5 м. После каждого цикла раскатки производится наращивание напорной штанги на 1,5 м. В грунте образуется скважина диаметром 220 мм, которая затем расширяется с помощью расширителя до диаметра 240 мм.

В процессе раскатки могут произойти явления выпучивания грунта и образования радиальных трещин, которые свидетельствуют о предельном уплотнении грунта. Дальнейшая раскатка скважины нецелесообразна. Если это произошло до проходки скважины на проектную глубину, то следует установить причину этих явлений и уточнить режим раскатки.

В процессе раскатки происходит нагрев контактных с грунтом поверхностей раскатчика, который ускоряет износ, приводит к отказам и увеличивает продолжительность работ. Следует предусматривать остановки в процессе раскатки на операции охлаждения

температура металла, расход воды и т.п.) устанавливается в технологической карте на основе опытной раскатки скважины. Ориентировочный расход воды составляет около 3 л на 1 м раскатанной скважины.

В процессе раскатки раскатчик «уводит» в сторону вращения или в зону наименьшей плотности грунта. Это может привести к поломке рабочего оборудования и к недопустимому отклонению сваи от вертикальной оси, указанному в проекте работ. Следует периодически измерять параметры скважины и своевременно вносить корректировки в режим раскатки.

После образования скважины на глубину 10 м включают реверс раскатчика, при этом расширитель сжимается, уменьшаясь в диаметре до 230 мм, благодаря чему образуется зазор 5 мм между стенкой скважины и корпусом расширителя. Раскатчик извлекают из скважины.

В скважину засыпают с помощью специальной забоечной машины сухую смесь (песок и цемент) и производят ее уплотнение повторной проходкой раскатчика.

Выполняют пять циклов засыпки и уплотнения сухой смеси. На [рис. 12](#) показаны первые три операции из этих циклов устройства набивной сваи:

I - зашнековка грунта шнеком 1, отцентрированного по оси скважины с помощью направляющей обоймы со штырем 2;

II - первая проходка раскатчика 3 с напорной штангой 4 и образование скважины;

III - засыпка сухой смесью 5 скважины с уплотненной зоной 6.

Вокруг скважины после каждого прохода раскатчика образуется зона уплотнения, увеличивающаяся соответственно с трех до четырех диаметров сжимающегося расширителя ($3d$; $3,3d$; $3,5d$; $3,75d$ и $4d$).

Раскатку последующих скважин производят в той же последовательности. Окончательную засыпку всех скважин производят, например, песком (без каменных включений) экскаватором второй размерной группы с рабочим оборудованием - прямая лопата.

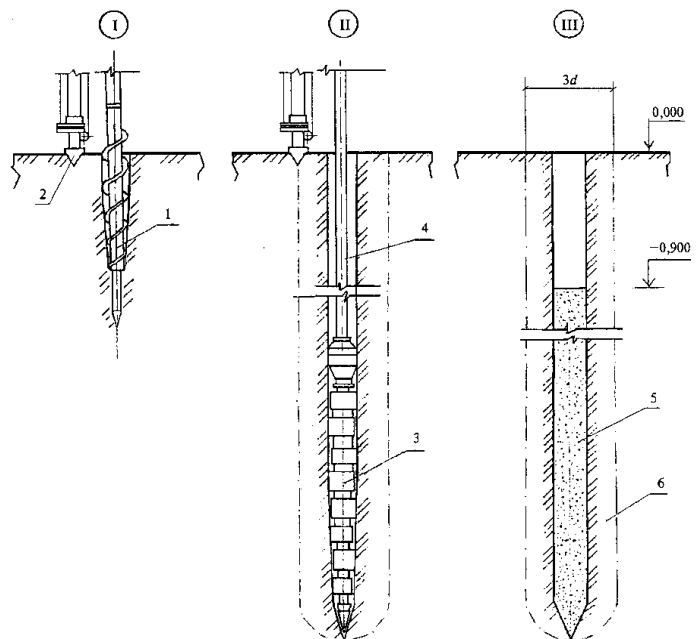


Рис. 12. Устройство сваи с помощью раскатчика

Песок к месту производства работ привозят в самосвалах и временно хранят в отвалах.

Технологическая последовательность устройства свайного поля размером около 10 x 10 м представлена на [рис. 13](#).

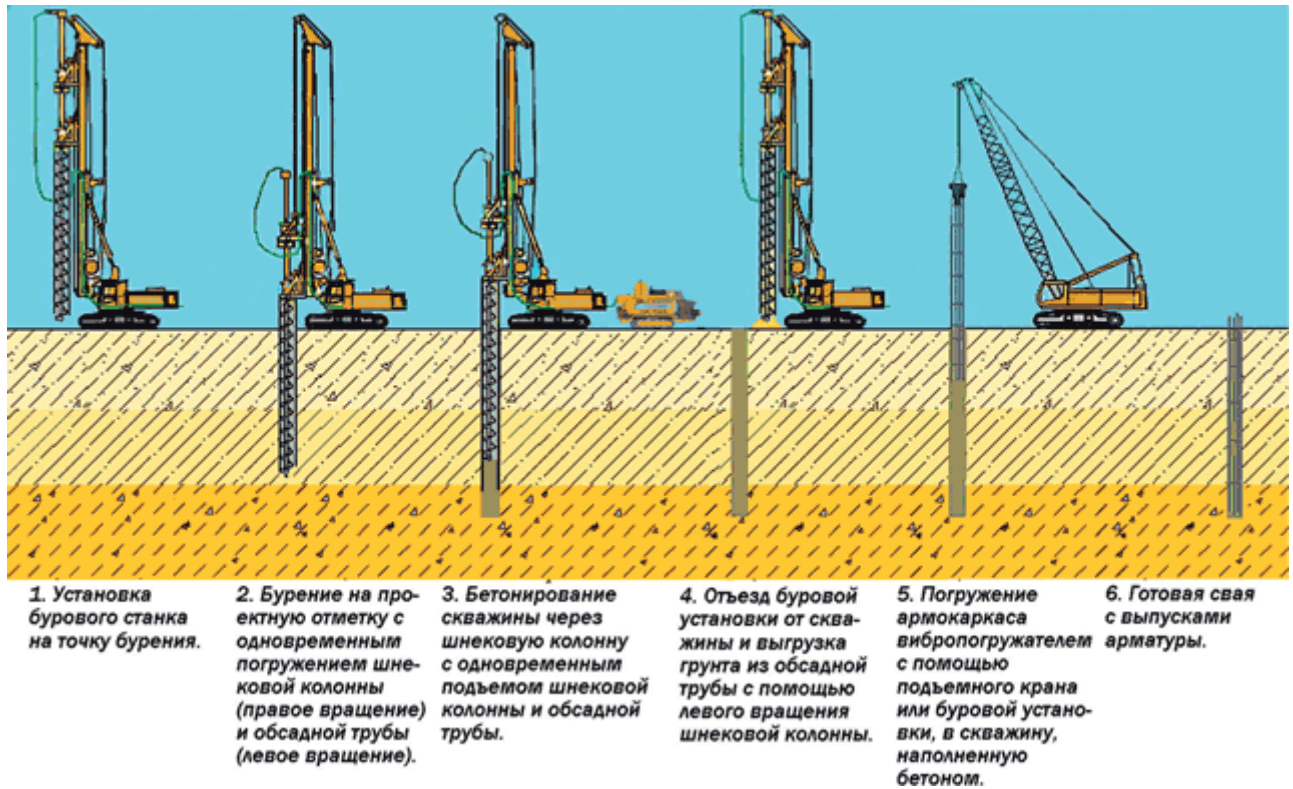


Рис. 13. Устройство свайного поля

Глава 6. Закрепление грунтов

Общие сведения

Как один из видов производства строительных работ закрепление грунтов в самом общем виде представляет собой целенаправленное искусственное преобразование строительных свойств грунтов посредством их химической или физико-химической, механической и термической обработки, с применением соответствующих технологий.

В зависимости от способа обработки грунтов, в результате которого улучшаются их свойства, закрепление грунтов подразделяется на следующие виды:

- химическое - когда его основу составляют химические и физико-химические процессы, возникающие в грунтах в результате введения в них определенных химреактивов;
- электрохимическое закрепление, основанное на вторичных химических и физико-химических явлениях электролиза, возникающих в грунтах под действием внешнего поля постоянного электрического тока;
- термическое закрепление, когда улучшение свойств грунтов достигается в результате их обжига в скважинах раскаленными газами или электропрогревом;
- термоконсолидация глинистых водонасыщенных грунтов, когда улучшение строительных свойств достигается самоуплотнением грунтов, обусловленным их нагревом в пределах 50-80 °С.

Химическое закрепление в зависимости от способа введения в грунты химреактивов имеет два направления:

- инъекционное химическое закрепление, когда реагенты в виде растворов или газов вводятся в грунты без нарушения их естественного сложения нагнетанием под давлением;
- бурсмесительное закрепление грунтов, осуществляемое с нарушением их естественного сложения, механическим перемешиванием с цементами или другими химическими реагентами и добавками при бурении скважин большого диаметра.

К первому направлению относятся способы силикатизации, смолизации, цементации; второе представлено способом бурсмесительного закрепления илов и других сопутствующих им грунтов.

Здесь рассматриваются электрохимическое закрепление и термоконсолидация глинистых грунтов, а также закрепление глинизацией, учитывая сугубо специальный характер и весьма ограниченное практическое применение этих видов закрепления.

Каждый из способов закрепления имеет свою область применения, строго ограниченную номенклатурой грунтов и определенными характеристиками, а именно: водопроницаемостью и химическими свойствами для всех грунтов, степенью влажности и емкостью поглощения для глинистых грунтов и др.

Основные способы закрепления грунтов и примерные границы их практического применения по номенклатуре, влажности и водопроницаемости приведены в табл. 6.

Силикатизация и смолизация грунтов, в свою очередь, дифференцируются на ряд конкретных способов, которые различаются между собой химической технологией (рецептурой) и целенаправленно применяются для закрепления определенных разновидностей песчаных и просадочных грунтов сообразно их природным свойствам.

Закреплением указанными выше способами достигается значительное повышение несущей способности, прочности и устойчивости всех видов грунтов, с одновременным обеспечением их водостойкости, что открывает большие возможности для практического применения этих способов при строительстве в слабых грунтах.

Для всех без исключения фильтрующих грунтов закрепление позволяет уменьшать или практически полностью устранять их водопроницаемость, что расширяет область его практического применения в качестве противофильтрационных мероприятий, а также мероприятий против неустойчивости этих грунтов в водонасыщенном состоянии, при подземных строительных работах.

Таблица 6

Способ закрепления	Вид грунтов	Природная степень влажности	Коэффициент фильтрации, м/сут
Силикатизация	Просадочные лёссы, лёссовидные и некоторые виды покровных суглинков	Не более 0,7	Не менее 0,2
	Песчаные	Независимо от влажности	0,5-80
Смолизация	Песчаные	Независимо от влажности	0,5-50
Цементация	Пустоты большого размера. Трещиноватые скальные, крупнообломочные и гравелистые песчаные	-	Для скальных 0,01. Для нескальных 50
Буросмесительное закрепление	Илы, а также сопутствующие им глины в суглинки мягкопластичной, текучепластичной, текучей	-	Независимо от водопроницаемости

	средней плотности пески		
Термическое закрепление	Просадочные лёссы и лёссовидные суглинки, непросадочные суглинки и глины	Не более 0,5	Независимо от водопроницаемости

Наряду с увеличением прочности закрепление устраняет просадочность лёссов, лёссовидных суглинков, а также некоторых видов просадочных покровных суглинков, что во многих случаях разрешает важную проблему строительства на просадочных грунтах.

Достигаемые всеми способами закрепления преобразования строительных свойств грунтов практически необратимы и, следовательно, долговечны.

Благодаря возможности значительно и необратимо улучшать строительные свойства грунтов в естественном залегании, закрепление может широко применяться в строительстве для:

- усиления оснований вновь строящихся и существующих зданий и сооружений;
- устройства фундаментов и других заглубленных разного назначения конструкций из закрепленных грунтов;
- увеличения несущей способности свай и других опор большого диаметра;
- создания противофильтрационных завес в качестве мероприятий по гидроизоляции неглубоких подземных сооружений и конструкций.

Закрепление грунтов может также широко применяться в качестве следующих временно действующих мероприятий для:

- укрепления откосов при вскрытии строительных котлованов и других земляных выработок;
- устройства подпорных стен и других разного назначения заглубленных защитных конструкций, необходимых при щитовой проходке подземных выработок;
- для устранения подвижек слабых, неустойчивых грунтов (в том числе плавунцов), при устройстве тоннелей и других неглубоких подземных выработок.

Выбор конкретного способа закрепления грунтов, а также определение и назначение всех технологических и других параметров и технических условий закрепления осуществляется единым технорабочим проектом закрепления грунтов, который объединяет в себе, кроме того, элементы проектирования организации строительства и проектирования производства работ. Это делается в проекте сообразно характеру выполняемой строительной задачи, инженерно-геологическим условиям территории и требованиям к закрепленным грунтам.

Проектом могут устанавливаться и задаваться также другие специальные требования и

грунтов в случаях уникальных сооружений или особо сложных инженерно-геологических условий, если на них не распространяются соответствующие действующие нормы.

Применение всех способов закрепления естественных грунтов, кроме термического, возможно при температурах закрепляемых грунтов не ниже 0 °С и температурах инъецируемых химических и других вяжущих растворов не ниже 5 °С.

Для специальных видов работ в сложных инженерно-геологических условиях, к которым относится и закрепление грунтов, разработку проектов производства работ согласно действующим нормам допускается производить как проектным, так и производственным организациям.

На практике, в силу узкоспециального характера технологии закрепления грунтов, проектирование производства этого вида работ, как правило, осуществляется проектной организацией в едином проекте закрепления, совмещающем в себе все три вида проектирования. Вместе с тем, в отдельных случаях проектирование производства работ по закреплению грунтов частично или полностью может осуществляться и производственными организациями.

При разработке вопросов проектирования производства работ по закреплению грунтов следует руководствоваться Инструкцией по разработке проектов организации строительства и проектов производства работ ([СНиП 12-01-2004](#)), которая имеет общее значение для всех способов закрепления грунтов. Инструкция, являясь нормативным документом, устанавливает состав, содержание и порядок разработки и утверждения проектов организации и производства работ.

В прерогативу проектирования производства работ согласно [СНиП 12-01-2004](#), применительно к закреплению грунтов, входят следующие основные положения:

- а) составление календарного плана производства работ по закреплению грунтов, в котором на основе объемов работ и технологии способов устанавливаются последовательный порядок и сроки выполнения отдельных видов работ, определяются потребности в трудовых и других ресурсах, а также устанавливаются сроки поставки отдельных видов оборудования и материалов;
- б) разработка строительного генплана с нанесением на него расположения транспортных путей, сетей водоснабжения, канализации, электроснабжения, теплоснабжения, специальных технологических узлов и установок, складов для материалов и других временных построек и устройств, необходимых для производства работ. Генплан дополняется графиками поступления на объект материалов и специального оборудования, а также графиками потребностей в рабочих кадрах и в основных строительных машинах;

- в) составление технологических карт или технологических схем с описанием последовательности и методов производства работ и стоимости трудозатрат и потребности в механизмах и материалах по этапам;
- г) проектная проработка решений по технике безопасности, охране труда и охране окружающей среды, а также другие, общие для всех способов закрепления, положения.

Учитывая, что закрепление грунтов в технологическом отношении представляет собой работы исключительно скрытые, их производство должно сопровождаться мероприятиями по контролю качества закрепления и ведением исполнительной документации, отвечающими самым высоким требованиям к надежности.

Необходимое качество, согласно этим требованиям, обеспечивается разносторонними мероприятиями по контролю качества, осуществляемыми до, во время и после завершения работ по закреплению грунтов и распространяемыми на все способы.

Для проверки правильности заложенных в проект параметров закрепления на первоначальном этапе работ по закреплению, на определенном ограниченной величины участке, производится вскрытие закрепленного на этом участке массива скважинами и шурфами с обследованием его конфигурации и размеров, сплошности и однородности закрепления и с отбором закрепленных образцов для лабораторных исследований; на отобранных образцах определяют прочностные и деформационные характеристики и водостойкость закрепленных грунтов. По результатам вскрытия и обследования дается оценка соответствия качества закрепления проектным требованиям, а следовательно, и правильности заданных проектом параметров закрепления.

Ввиду отсутствия термина данное мероприятие по контролю качества закрепления предлагается называть контрольным закреплением.

Объем работ по контрольному закреплению устанавливается проектом в зависимости от объема закрепления, однородности грунтовых и других инженерно-геологических условий. К вскрытию закрепленного массива скважинами и шурфами следует приступать с определенной выдержкой во времени, по завершении набора прочности.

Если в результате контрольного закрепления обнаруживается недопустимое несоответствие качества закрепления проектным требованиям, то авторский надзор должен внести в проект закрепления соответствующие коррективы, после чего производятся повторные контрольные закрепления до устранения несоответствия.

Для контроля за выполнением заданных проектом параметров и технических условий (от чего особенно сильно зависит качество закрепления) производство работ должно сопровождаться обязательной, хорошо продуманной фиксацией соответствующих

Контроль качества закрепления грунтов в этом случае заключается в систематической проверке соответствия зафиксированных в исполнительной документации данных о производстве работ с проектными данными. При обнаружении несоответствий авторский надзор и производители работ должны оперативно принимать необходимые меры к обязательному выполнению проектных требований, а также меры по закреплению некачественно обработанных участков в закрепляемом массиве.

Для окончательной приемки работ контроль качества закрепления грунтов по отдельным фрагментам во время производства работ или по закрепляемому массиву в целом, после их завершения, должен производиться путем непосредственного вскрытия закрепляемого массива скважинами и шурфами с отбором образцов и проведением обследований по тем же позициям, что и при контрольном закреплении.

При больших объемах закрепительных работ непосредственный контроль качества закрепления бурением или шурфованием может сочетаться с обследованием качества закрепления геоэлектрическим методом.

Соответствие применяемых при закреплении грунтов исходных и переработанных (рабочих) материалов (реагентов, цемента, топлива) ГОСТам и проектным требованиям определяется лабораторными работами по определению соответствующих характеристик материалов.

В число основных мероприятий в части организации работ по закреплению грунтов входят подготовительные работы, материально-техническое обеспечение, механизация, организация работы транспорта, оперативное планирование и организация труда.

Организация работ выполняется по единому проекту закрепления грунтов, который разрабатывается проектной организацией и включает в себя наряду с другими видами проектирования и вопросы организации строительного производства.

Мероприятия по организации работ в приведенном выше составе осуществляются производственной организацией, выполняющей работы по закреплению грунтов, руководствуясь [СНиП 12-01-2004](#) «Организация строительства» и требованиями проекта. Положения и требования СНиП 12-01-2004 имеют общее значение для всех способов закрепления грунтов.

При производстве работ по закреплению грунтов всеми способами должны строго соблюдаться правила по технике безопасности при строительных и горных работах, а также при работах на паровых, компрессорных, гидравлических и электрических установках согласно [СНиП 12-03-2001](#) и [СНиП 12-04-2002](#).

При закреплении грунтов способами с применением токсичных материалов или с выделением ядовитых отходов кроме соблюдения правил противопожарной и противовзрывной охраны должны соблюдаться специальные требования по защите рабочего персонала от вредных влияний, а также по защите почвы, грунтовых вод, атмосферного воздуха, территории и помещений от загрязнений. Эти специальные требования касаются транспортировки, складирования материалов, промывки технологического оборудования, эвакуации технологических отходов, вентиляции рабочих помещений, а также обеспечения персонала средствами индивидуальной защиты.

К способам закрепления, обладающим более или менее значительной токсичностью, при которых необходимо соблюдение специальных требований техники безопасности и охраны окружающей среды, относятся некоторые модификации способов силикатизации и смолизации, а также термическое закрепление, при котором в атмосферу выделяются вредные газы.

Работы по закреплению грунтов выполняются строго по проекту. Изменения проекта или отклонения от него допускаются лишь с согласия проектной организации, разработавшей проект закрепления, и оформляются актом.

До начала работ по закреплению грунтов необходимо уточнить и строго учитывать при производстве работ расположение подземных коммуникаций (водопровод, канализация, кабельная сеть, газ и др.), а также расположение и состояние сооружений, находящихся вблизи области закрепления.

С целью накопления натурных данных об эффективности мероприятий по закреплению грунтов и закономерностях процесса затухания деформаций, за осадками фундаментов зданий и сооружений, возводимых на закрепленном основании или на фундаментах из закрепленных грунтов, желательно устанавливать инструментальное геодезическое наблюдение по маркам в период постройки и после сдачи сооружений в эксплуатацию, до прекращения деформаций.

Приемкой работ по закреплению грунтов должно быть проверено и установлено соответствие требованиям проекта конфигурации и размеров закрепленного массива или отдельных опор, характеристик прочностных и деформационных свойств закрепленных грунтов, сплошности и однородности закрепления и других показателей качества закрепления грунтов.

Приемка работ производится комиссией специалистов, укомплектованной представителями заинтересованных организаций и организаций - исполнителей работ.

Приемка осуществляется на основе сопоставления проектной и исполнительной документации по производству работ и данных по контролю качества закрепления, а также

визуальным осмотром закрепленных массивов в обнажениях шурфов и закрепленных грунтов в кернах из контрольных скважин.

Для приемки работ должны быть представлены технорабочий проект и следующая исполнительная и контрольная документация:

- масштабные планы и профили закрепленных массивов (опор) с обозначениями фактических данных о местоположении в плане инъекторов, инъекционных, термических, буросмесительных, термометрических и контрольных скважин и шурфов, а также с обозначением данных о местоположении элементов (заходов) технологической обработки грунтов по глубине и о выполненных нормах этой обработки;
- технические паспорта на использованные для закрепления грунтов материалы;
- журналы производства работ по установленной форме;
- результаты мероприятий по контролю качества закрепления грунтов.

При обнаружении несоответствия качества закрепления требованиям проекта комиссией назначаются, а строителями выполняются необходимые дополнительные работы по устранению этих несоответствий.

Кроме требований и положений по основным элементам производства закрепительных работ, имеющих общее значение для всех способов (по проектированию производства работ, контролю качества закрепления, организации производства работ, технике безопасности и охране окружающей среды и по правилам приемки работ), каждый конкретный способ закрепления по указанным выше и другим элементам производства работ может иметь свои собственные требования и положения, обусловленные спецификой этих способов.

О дополнительных специфических требованиях конкретных способов закрепления будет сказано ниже.

Общим правилом в отношении дополнительных требований является то, что во всех случаях они должны уточняться проектом в зависимости от конкретных условий производства работ.

Термическое укрепление грунтов

Термическое укрепление грунтов заключается в обжиге лессовидных и пористых суглинистых грунтов раскаленными газами через пробуренные в грунте скважины диаметром 10...20 см. Скважины пробуривают в шахматном порядке на расстоянии друг от друга 2...3 м и на глубину до 15 м, сверху устье скважины «заканчивается бетонным оголовком, в котором размещается форсунка для сжигания топлива. К этой форсунке по

самостоятельным шлангам подается топливо и сжатый воздух. Топливо может применяться жидкое (нефть, мазут, соляровое масло) или газообразное (природный или генераторный газ). Сжатый воздух подается под избыточным давлением, превышающим на 0,15...0,5 атм (15...50 кПа) давление в трубопроводе с топливом, благодаря этому избыточное давление позволяет отрывать пламя от форсунки и распространять его на всю глубину скважины.

В процессе обжига в скважине поддерживается температура 600...1100°C. За счет такой высокой температуры происходит процесс расплавления и последующего спекания грунта. Обжиг может продолжаться 5... 10 сут., в результате образуется керамическая свая диаметром 2...3 м. Расход топлива за весь период обжига составляет до 100 кг/пог.м скважины. Прочность грунта в среднем 1,0... 1,2 МПа, но может достигать до 10 МПа.

Цементация грунтовых оснований с забивкой инъекторов

Цементация выполняется густыми растворами с В:Ц 1-0,8. Для улучшения свойств, а также в целях получения минимального водоотделения в раствор добавляются бентонит в количестве до 10% от массы цемента. Марка цемента не ниже 300.

Рабочий раствор приготавливается в следующей последовательности: вода - бентонит - цемент. Время перемешивания бентонита с водой в зависимости от его качества 20-60 мин. Время перемешивания цемента - 5 мин.

Раствор должен отвечать следующим требованиям: плотность 1,48-1,52 г/см, расплыв по конусу АзНИИ 16-20, водоотделение не более 2-3 %.

В течение смены должны отбираться образцы раствора для определения его характеристик, а также кубиковой прочности на 7-е и 28-е сутки.

Цементация производится через тампоны, разжимаемые в фундаментах.

В тех случаях, когда выполнение этой операции затруднительно-глубокое заложение фундаментов, их незначительная мощность (плита), плохое состояние кладки - допускается установка тампона в обсадной трубе. С этой целью проектом должна быть предусмотрена цементация затрубного пространства обсадной трубы. После выстойки скважина разбуривается вновь.

Цементация должна производиться до условного отказа, за который принимается установившийся в течение 5-10 мин расход 0,5 л/мин при установленном проектом максимальном давлении.

Однако, учитывая, что в условиях цементации под существующими сооружениями всегда существует опасность вывода подземных коммуникаций из строя из-за случайных выходов в них растворов, объемы закачиваемого раствора в скважину на практике ограничиваются обычно нормой в 3-6 м. С этой же целью удельный расход снижается до 50 л/мин.

Службы эксплуатации сооружения обязаны следить за возможными выходами цементных растворов в систему подземных коммуникаций и каналов и в случаях выходов своевременно извещать об этом исполнителей цементационных работ.

Рабочее давление уточняется в ходе производства работ и обычно не превышает 0,2-0,3 МПа.

Нагнетание растворов выполняется, как правило, без перерывов. Остановки в процессе нагнетания допускаются в следующих необходимых случаях:

- раствор обходит тампон и изливается из скважины;
- раствор изливается из соседних скважин;
- при выходе раствора через трещины на поверхность;
- при выходе раствора в подземные коммуникации, каналы.

Во всех этих случаях тампон извлекается, скважине дается выстойка в течение 1 сут, после чего цементный камень разбуливается и нагнетание производится повторно.

После завершения работ на отдельных фрагментах обсадные трубы извлекаются и скважины ликвидируются глиноцементным или цементно-песчаным раствором. Ликвидация скважин производится через опущенную на забой и постепенно поднимаемую трубу.

После инъекции тампон промывается водой. Непременное условие промывки - слив промывных вод в емкости, из которых они перекачиваются в общую емкость или зумпф на растворном узле, откуда жидкость вывозится автоцистернами в установленное заказчиками место слива. Эти же требования распространяются на промывку всей цементационной системы. Для этого проектом предусматриваются технологические линии перекачки промывных вод.

В ходе работ по данным исполнительной документации назначаются контрольные, а при необходимости и дополнительные рабочие скважины.

Устройство инжекторов

Выбор инъекционного оборудования должен производиться с учетом удельных расходов, давлений и степени агрессивности химических растворов. Для инжекторов, погружаемых

забивкой, должны применяться стальные цельнотянутые трубы с внутренним диаметром от 25 до 50 мм. Для нагнетания кислых растворов следует предусматривать применение кислотоупорных насосов.

Инъекторы представляют собой внедряемые тем или иным способом в грунты специальные устройства, посредством которых осуществляется нагнетание закрепляющих реагентов в грунты под давлением. Для всех способов инъекторы являются наиболее ответственным элементом оборудования, применяемого при инъекционном закреплении грунтов.

В настоящее время в практике инъекционного химзакрепления грунтов широко применяются инъекторы следующих трех типов конструкций:

- забивные инъекторы, предназначенные для силикатизации и смолизации песчаных грунтов одного и того же сечения, для силикатизации просадочных лессовых грунтов инъекторы переменного сечения;
- инъекторы-тампоны, предназначенные для силикатизации просадочных лессовых грунтов на большие глубины и для укрепительной цементации грунтов через инъекционные скважины;
- инъекторы манжетно-тампонного типа, предназначенные для закрепления грунтов через скважины в особо сложных геологических и гидрогеологических условиях.

При закреплении грунтов по горизонтальной технологии с задавливанием инъекторов из технологических выработок применяется несколько измененный вариант манжетно-тампонного инъектора, конструктивно приспособленный к задавливанию в грунты колонны труб.

Забивной инъектор для закрепления песчаных грунтов состоит из наголовника, колонны глухих звеньев труб, перфорированного звена, наконечника и соединительных частей.

Колонну глухих труб инъектора составляют из звеньев длиной 1-1,5 м, имеющих на концах внутреннюю метрическую резьбу на длине 35 мм. Звенья труб соединяют ниппелем. Перфорированное звено инъектора обычно имеет длину 0,5-1,5 м и отверстия диаметром 2-3 мм.

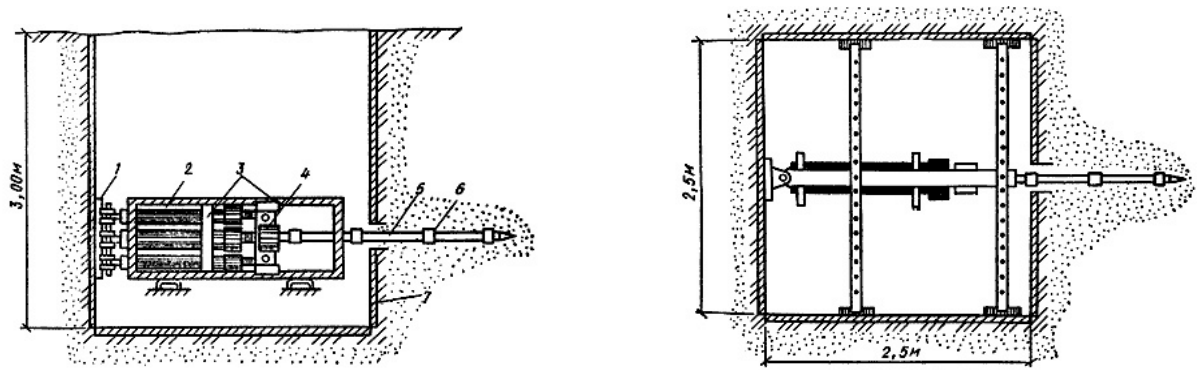


Рис. 14. Схема гидравлического задавливания манжетно-тампонных инъекторов из технологических выработок при силикатизации и смолизации грунтов по горизонтальной технологии - вид сбоку, вид сверху;

1 - упорная плита; 2 - гидравлические цилиндры; 3 - стальная рама; 4 - подвижная каретка; 5 - инъекторные перфорированные трубы; 6 - резиновые кольца с проколами; 7 - крепление стенок выработки.

Толщина стенок цельнотянутых труб не менее 8 мм

Погружение инъекторов, бурение инъекционных скважин

При погружении инъекторов в грунты и бурении скважин следует принимать меры, предупреждающие отклонения инъекторов и скважин от проектного направления установкой кондукторов. Максимальные отклонения не должны превышать при глубине до 40 м - 1 %, а при большей глубине - 0,5 %.

При силикатизации и смолизации грунтов оснований существующих сооружений в стесненных условиях погружение инъекторов можно производить из специально пройденных технологических колодцев.

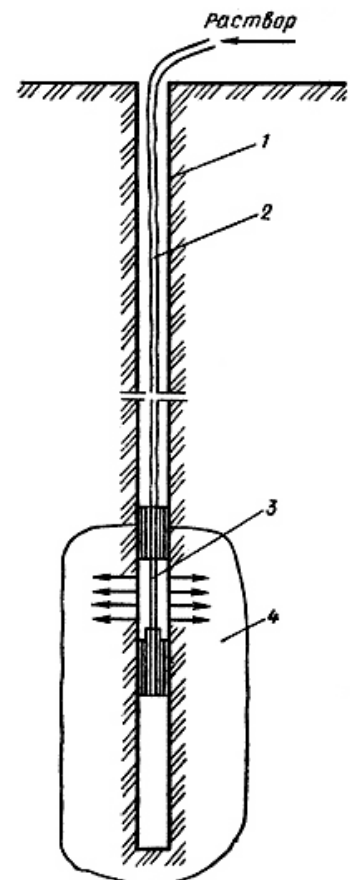


Рис. 15. Технологическая схема силикатизации просадочных лессовых грунтов через скважины
1 - стенки скважины; 2 - шланг для подачи закрепляющего раствора; 3 - инъектор-тампон; 4 - грунтовый массив, закрепленный двумя заходками.

Примечание. При закреплении просадочных грунтов на глубину более 15 м инъекторы могут забиваться в предварительно пробуренные скважины.

Погружение инъекторов в грунты для последующей инъекции закрепляющих реагентов может производиться забивкой, задавливанием и установкой в предварительно пробуренные инъекционные скважины

Выбор способа погружения зависит от вида грунтов, естественно исторических условий территории и глубины закрепления.

Способ погружения инъекторов в грунты назначается проектом.

Погружение инъекторов в грунты забивкой применяют при силикатизации и смолизации песчаных грунтов, а также при закреплении лессовых грунтов на глубинах менее 15 м.

Способом задавливания обычно осуществляется внедрение инъекторов при химзакреплении грунтов с применением горизонтальной технологии из специальных технологических выработок ([рис. 15](#)).

Погружение и установку инъекторов-тампонов в инъекционные скважины применяют при силикатизации просадочных лессовых грунтов на глубины более 15 м ([рис. 15](#)), а также при вспомогательной цементации.

Для забивки инъекторов следует применять ударный инструмент или вибропогружатели.

Забивка осуществляется по заходкам в последовательности, заданной проектом.

При затруднениях в забивке следует предварительно бурить лидирующие скважины.

При забивке инъекторов через железобетонные плиты фундаментов, стяжки и т.п. в них предварительно бурятся отверстия перфораторами.

Перед забивкой инъекторов следует проверять соосность звеньев, надежность их соединения, а при закреплении водонасыщенных грунтов плотность прилегания резиновых колец в выточках перфорированной части. Применение искривленных звеньев не допускается.

В процессе забивки нельзя допускать расшатывания инъектора, так как это приводит к образованию затрубного пространства и выбиванию раствора на поверхность.

Для забивки инъекторов под наклоном следует применять шаблоны или специальные кондукторы, обеспечивающие заданный угол погружения.

При закреплении грунтов через предварительно пробуренные инъекционные скважины

Инъекционные скважины должны быть строго ориентированы относительно вертикали, не иметь трещин и глубоких борозд на стенках. По окончании бурения скважины следует очистить ее от насыпного грунта до проектной глубины с помощью специального стакана типа грунтоноса и закрыть деревянной пробкой. Выдаваемый шнеками грунт должен убираться с таким расчетом, чтобы обеспечить использование его в последующем для тампонирувания.

Отклонения скважин и инъекторов в плане и по глубине не должны превышать величин, указанных ранее.

Для предупреждения выбивания раствора при нагнетании скважины необходимо бурить на двойном расстоянии друг от друга в плане, т.е. через одну. После завершения инъекций по первой группе скважин производится бурение скважин и инжектирование растворов в скважины второй очереди.

Бурение инъекционных скважин для вспомогательной цементации контакта фундамента с основанием при силикатизации и смолизации грунтов под существующими сооружениями рекомендуется производить колонковыми станками, сплошным забоем с продувкой воздухом. В стесненных условиях допускается бурение пневмоударными станками.

Бурение ведется наклонными скважинами через обратную засыпку с установкой обсадной трубы, затем по фундаменту с небольшим заглублением в грунты основания.

Расстояние между скважинами 2-3 м. Проектом должна быть определена очередность, в соответствии с которой допускается одновременное бурение и инъекция скважины.

Силикатизация и смолизация грунтов

Силикатизация и смолизация грунтов, как один из видов производства работ в строительстве, представляет собой химическую обработку грунтов различными реагентами нагнетанием их в закрепляемые грунтовые массивы под давлением. В результате достигается целенаправленное, необратимое и долговечное улучшение строительных свойств грунтов.

С химической точки зрения основу силикатизации и смолизации грунтов составляет явление конденсации неорганических и органических полимеров (крепителей) при их взаимодействии с коагулянтами (отвердителями) и заключается в отверждении полимеров в порах и трещинах грунтов, чем и обеспечиваются указанные выше положительные изменения их строительных свойств.

В качестве крепителей применяются водные растворы силиката натрия (неорганический полимер), а также растворы карбамидных и других синтетических смол (органические полимеры). В качестве отвердителей применяются различные неорганические и органические кислоты и соли с различными химическими добавками; в отдельных случаях отвердителем может быть химически активная часть самих грунтов.

Закрепление грунтов на основе растворов силиката натрия, независимо от применяемых отвердителей, называется силикатизацией на основе карбамидных и других смол - смолизацией, на основе цементных растворов - цементацией.

Участвующие в процессе инъекционного химзакрепления грунтов химические вещества в растворах или газы называются закрепляющими реагентами

Смесь растворов крепителей и отвердителей рабочих концентраций при одnorастворном двухкомпонентном закреплении грунтов называется гелеобразующей смесью.

С технологической точки зрения закрепление силикатизацией и смолизацией заключается в нагнетании под давлением в поры естественных грунтов отверждающихся и закрепляющих грунты химических растворов (двухрастворный способ), или раствора и газа (двухкомпонентный способ), или одного раствора (однокомпонентный способ), или гелеобразующих смесей из двух компонентов (однорастворные двухкомпонентные способы). Нагнетание закрепляющих реагентов в грунты осуществляется насосами или сжатым воздухом из специальных емкостей через заглубляемые в грунты специальные перфорированные трубы (инъекторы) или через инъекционные скважины. Задаваемые проектом расстановка инъекторов или скважин в плане, углы наклона и нормы закачки химреагентов по глубине должны обеспечивать сплошность массива закрепленного грунта или его заданную конфигурацию и размеры согласно назначенной проектом конструктивной схеме закрепления. На рисунках [16](#) и [17](#) показаны принципиальные технологические схемы организации работ по силикатизации и смолизации грунтов в двух вариантах, с применением инъекторов и инъекционных скважин.

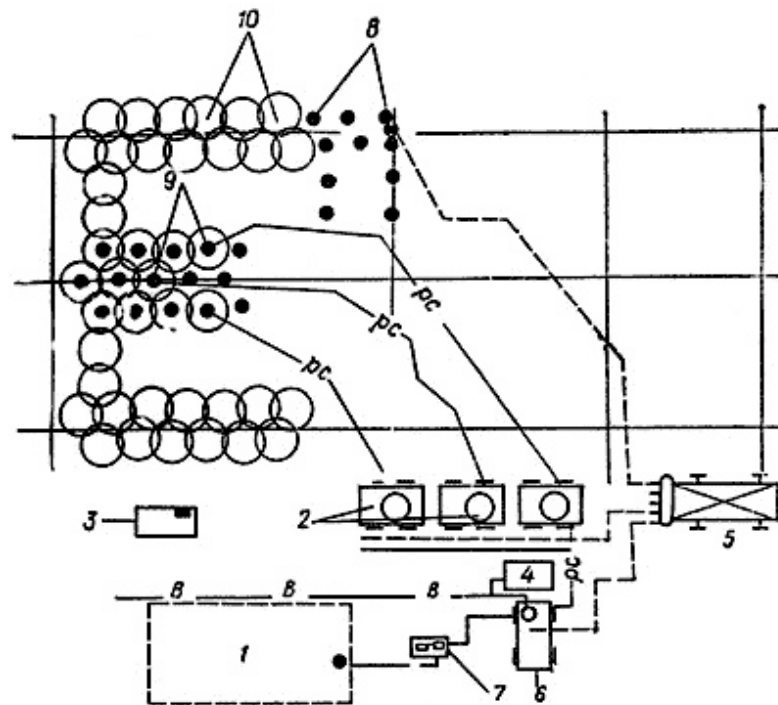


Рис. 16. Схема организации работ по закреплению грунтов через инъекторы:

1 - место складирования химреагентов; 2 - пневмоустановки (или насосы); 3 - верстак; 4 - емкость с водой; 5 - компрессор; 6 - емкость для приготовления рабочих растворов; 7 - насос; 8 - погруженные инъекторы; 9 - нагнетание закрепляющих растворов; 10 - закрепленный грунт; В - вода; РС - закрепляющие растворы или смеси.

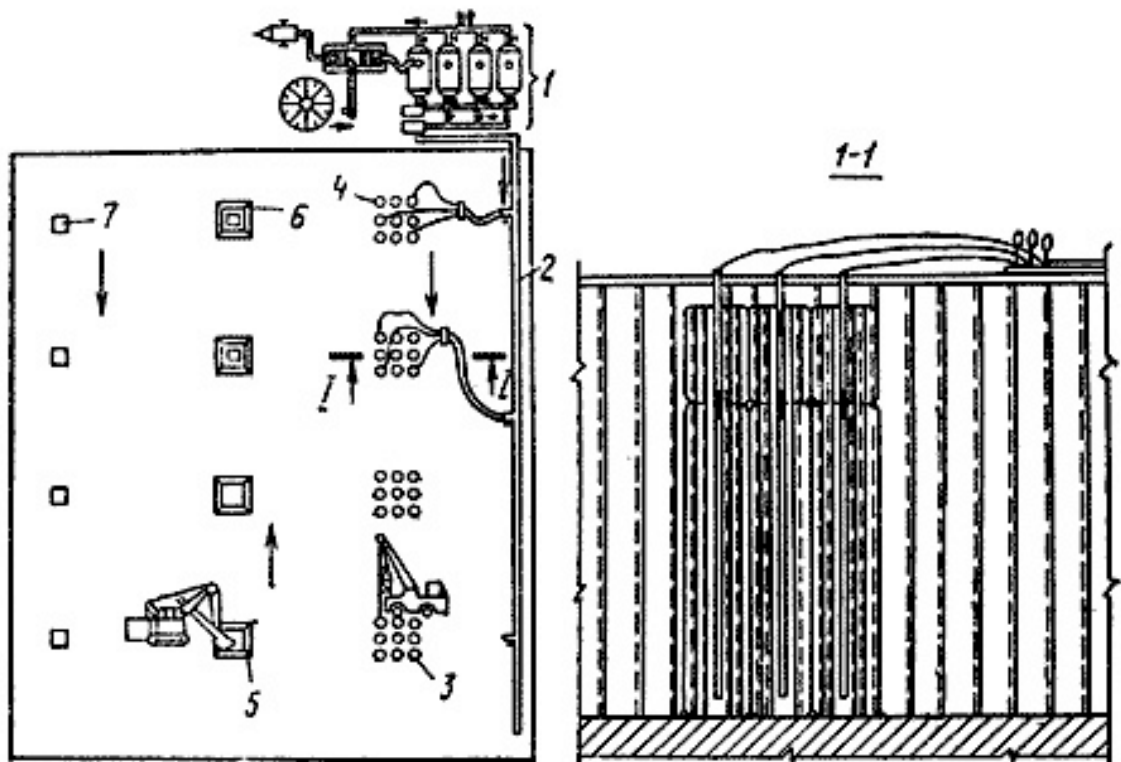


Рис. 17. Схема организации работ по закреплению просадочных лессовых грунтов через инъекционные скважины: 1 - силикаторазварка и растворный узел; 2 - растворовод; 3 - бурение скважин; 4 - нагнетание раствора; 5 - бурение скважин; 6 - бурение скважин; 7 - бурение скважин.

Для повышения эффективности (увеличения прочности и радиуса) закрепления грунтов однорастворными способами силикатизации и смолизации, за исключением однокомпонентной силикатизации просадочных лессовых грунтов, во многих случаях бывает необходимо или целесообразно производить предварительную химическую обработку (активизацию) грунтов отвердителями.

Необходимость предварительной обработки грунтов отвердителем и нормы его закачки устанавливаются и задаются проектом по результатам специальных лабораторных исследований и опытных работ по закреплению грунтов в натурных условиях. Обычно норму закачки отвердителя для активизации принимают из расчета заполнения им половины объема пор грунта.

При закреплении грунтов силикатизацией и смолизацией под существующими сооружениями с ветхими трещиноватыми фундаментами (например, под архитектурными памятниками) в качестве вспомогательного мероприятия против вероятных утечек закрепляющих реагентов через полости и трещины в кладке проектом может предусматриваться предварительная уплотнительная цементация фундаментов на контакте подошвы с основанием, называемая вспомогательной цементацией.

Необходимые параметры и данные для вспомогательной цементации и соответствующие рекомендации по производству работ даются в проекте.

Закрепление грунтов способами силикатизации и смолизации производится преимущественно посредством вертикально и наклонно погружаемых в грунты сверху вниз инъекторов или забуриваемых инъекционных скважин - с дневной поверхности, с отстойки, или изнутри здания.

Если в силу стесненных условий или по иным причинам закрепление грунтов по технологии с вертикальным заглублением инъекторов и скважин невозможно, то инъекционные работы при закреплении грунтов под существующими сооружениями следует производить по технологии с горизонтальным заглублением инъекторов и скважин из специально пройденных и оборудованных технологических выработок (колодцев, траншей и штолен) и с предварительным химическим укреплением их стенок для предупреждения возможных деформаций сооружений. Данные о конструкции и размерах технологических выработок, а также другие рекомендации по их устройству должны содержаться в проекте.

Технология силикатизации и смолизации

При двухрастворной силикатизации в грунты в последовательном порядке нагнетают два водных раствора: раствор силиката натрия (крепитель) и раствор хлористого кальция (отвердитель).

Плотность раствора силиката натрия назначают в зависимости от коэффициента фильтрации грунтов согласно [табл. 8](#).

Таблица 8

Коэффициент фильтрации, м/сут	Плотность раствора силиката натрия при температуре 18 °С, г/см ³
2-10	1,35-1,38
10-20	1,38-1,41
20-80	1,41-1,44

Раствор хлористого кальция должен иметь плотность 1,26- 1,28 г/см³, а величину pH не менее 5,5. Для безводного хлористого кальция указанным величинам плотности соответствуют 28-30 % значения концентрации.

При однорастворной силикатизации и смолизации в качестве основных химических материалов применяются водные растворы силиката натрия и карбамидных смол, а в качестве отвердителей или добавок - соляная, щавелевая и кремнефтористоводородная кислоты, углекислый газ, алюминат натрия, азотнокислый аммоний, сульфитно-спиртовая барда, ортофосфорная кислота, формамид, этилацетат, контакт Петрова и другие химреагенты.

Растворы-крепители, используемые при силикатизации и смолизации грунтов, должны удовлетворять следующим требованиям: величина модуля силиката натрия допускается в пределах от 2,7 до 3, его плотность - от 1,2 до 1,45 г/см³ при закреплении песчаных грунтов и от 1,1 до 1,2 г/см³ при закреплении просадочных грунтов; плотность карбамидной смолы - от 1,08 до 1.18 г/см.

Таблица 9. Компоненты гелеобразующей смеси

№ способа по рецептуре	крепитель	плотность, г/см ³	отвердитель	плотность, г/см ³	Объемные отношения отвердителя к крепителю	Время гелеобразования	Порядок приготовления смеси
I	Силикат натрия	1,25-1,3	Кремнефтористоводородная кислота	1,1-1,08	0,12-0,2	При 20°С - 10-20 мин, при 5°С - 60 мин	Отвердитель добавляют к крепителю
II	Силикат натрия	1,15	Алюминат натрия	1,05	0,2-0,25	60-180 мин	Отвердитель добавляют к крепителю
III	Силикат натрия	1,19	Ортофосфорная кислота	1,025	3,4-6	60-600 мин	Крепитель добавляют к отвердителю

	натрия модуля 3,3-3,4	1,30	раствор формамида				добавляют к крепителю
V	Силикат натрия модуля 3,3-3,4	1,28- 1,30	Этилацетат, контакт Петрова	1,073	0,02-0,04 0,04-0,06	0,5-1,2 ч	Крепитель смешивают с контактом Петрова и в полученную смесь добавляют этилацетат

Таблица 10. Компоненты газовой силикатизации

N способа по рецептуре	наименование	плотность г/см ³	норма заправки	отвердитель	норма заправки на 1 м ³ грунта, кг	Порядок заправки компонентов в грунты
VI для песков	Силикат натрия	1,19- 1,3	0,8 объема пор	Углекислый газ в баллонах	4-6,5	Углекислый газ 2 - 2,5 кг, силикат натрия, углекислый газ 2 - 4 кг
VII для просадочных лессовых грунтов	Силикат натрия	1,10- 1,17	0,8 объема пор	Углекислый газ в баллонах	5-7,5	Углекислый газ 2 - 3 кг, силикат натрия, углекислый газ 3 - 4,5 кг

Таблица 11

N п/п	Реагенты	Физическое состояние
1	Силикат натрия растворимый	Глыба
2	Стекло натриевого жидкое	Жидкость
3	Хлористый кальций	Комки
4	Кремнефтористоводородная кислота	Жидкость
5	Ортофосфорная кислота	Жидкость
6	Углекислый газ	Сжиженный газ

При однорастворной двухкомпонентной силикатизации песчаных грунтов в настоящее время применяют способы, приведенные в [табл. 9](#).

Закрепление просадочных лессовых грунтов осуществляют однорастворным однокомпонентным способом силикатизации на основе одного раствора силиката натрия.

Для газовой силикатизации в настоящее время разработаны и применяются два отличающиеся рецептурой способа закрепления песчаных и просадочных лессовых грунтов ([табл. 10](#)).

Химические материалы, применяемые для закрепления грунтов способами силикатизации, должны удовлетворять требованиям и техническим условиям действующих стандартов на силикат натрия (жидкое стекло), хлористый кальций, ортофосфорную, кремнефтористоводородную кислоты, алюминат натрия, формамид, этилацетат, контакт Петрова.

ГОСТы и ТУ на некоторые технические материалы, применяемые при химическом закреплении грунтов способами силикатизации, приведены в [табл. 11](#).

Применяемый при силикатизации грунтов силикат натрия доставляется к месту работы либо в виде силикат-глыбы, либо в виде раствора плотностью 1,4-1,5 г/см.

В зависимости от исходных материалов силикат натрия выпускается содовый и содово-сульфатный.

Силикатный модуль является главной характеристикой силиката натрия, определяющей его состав.

Под модулем подразумевается отношение числа грамм-молекул кремнезема к числу грамм-молекул окиси натрия.

В процессе производства работ модуль употребляемых растворов силиката натрия (каждая партия) подлежит контрольным определениям.

Раствор силиката натрия должен отвечать требованиям ГОСТа.

Применяемый при однорастворной силикатизации в качестве отвердителя (коагулянта) силиката натрия алюминат натрия должен удовлетворять следующим требованиям:

- каустический модуль - 1,5-1,7;
- крупность дробления - 5-6 мм;
- наличие нерастворимых взвесей - 1-2 %.

Коагулянт - кремнефтористоводородная кислота - является побочным продуктом производства суперфосфата и фосфорной кислоты и поставляется в виде раствора плотностью 1,1-1,2 г/см.

Механизмы, и оборудование применяемые при силикатизации и смолизации

Работы по силикатизации и смолизации грунтов должны выполняться специально обученной бригадой исполнителей при наличии предусмотренных проектом оборудования и материалов, и только после опробования в производственных условиях всего комплекта оборудования, установок и коммуникаций.

Продолжение работ после выполнения предусмотренного проектом на первоначальном этапе контрольного закрепления допускается лишь при получении положительных результатов этого мероприятия. В противных случаях в проект вносятся необходимые коррективы, а контрольное закрепление повторяется.

Производство работ по силикатизации и смолизации грунтов последовательно включает следующие основные элементы:

- подготовительные и вспомогательные работы, включая приготовление растворов;
- работы по погружению в грунты инъекторов или бурение и оборудование инъекционных скважин;
- нагнетание закрепляющих реагентов в грунты;
- извлечение инъекторов и ликвидация инъекционных скважин;
- работы по контролю качества закрепления.

Подготовительные и вспомогательные работы

До начала основных работ на площадке выполняются подготовительные и вспомогательные работы.

Разбивку мест размещения скважин и забивных инъекторов следует производить от основных осей сооружений с допустимыми отклонениями ± 5 см.

В период подготовительных работ следует:

- выполнить подготовку и планировку территории;
- подвести электроэнергию, водопровод, а при необходимости и паропровод, обеспечить канализацию;
- при необходимости закрепить аварийные конструкции во избежание обрушения;
- при необходимости установить инструментальные наблюдения за осадками фундаментов;
- выполнить другие мероприятия, обеспечивающие производство работ и контроль качества закрепления.

Состав и объем подготовительных работ уточняется проектом.

В последующий период вспомогательных работ следует:

- разместить на площадке химические реагенты и материалы, обеспечив их правильное складирование и хранение;
- смонтировать оборудование и подводящие коммуникации, подключив их к электросети, водопроводу и горячему водоснабжению, а в зимний период утеплить водо- и растворонесущие магистрали;
- при объеме закрепления более 10 тыс. м грунта оборудовать стационарный узел приготовления растворов;
- выполнить разметку мест погружения иньекторов или бурения иньекционных скважин, обеспечив их плановую и высотную привязку;
- согласовать безопасность производства работ с электронадзором и лицами, ответственными за подземные коммуникации;
- произвести приготовление закрепляющих растворов рабочих концентраций;
- выполнить контрольные работы по закреплению грунтов согласно указаниям проекта.

Емкости для приготовления растворов при силикатизации и смолизации грунтов следует изготавливать с таким расчетом, чтобы их количество и объемы обеспечивали бесперебойную работу участка согласно графику. Емкости должны быть оборудованы устройствами для подогрева и перемешивания растворов.

При работе с кислотами внутренние поверхности емкостей должны быть гуммированы или защищены каким-либо другим способом от воздействия кислот. Возможно применение емкостей из пластика.

Для приготовления растворов могут быть использованы железнодорожные цистерны емкостью 40-60 м, где перемешивание ведется с помощью сжатого воздуха.

Для контроля качества приготавливаемых химических растворов на площадке необходимо иметь следующие измерительные приборы:

- термометры с градуировкой шкалы от 0 до 100 °С и ценой деления в 1 °С;
- стеклянные мерные цилиндры для отбора проб раствора емкостью 250-500 мл;
- ареометры для определения плотности растворов с диапазоном измерений от 1,01 до 1,5 г/см и ценой деления 0,001 г/см.

Химические растворы рабочих концентраций приготавливаются разведением растворов исходных концентраций чистой водой до плотности, указанной в проекте или назначенной после контрольного закрепления.

Количество воды, добавляемое к раствору исходной концентрации при приготовлении раствора рабочей концентрации, находится как разность объемов этих растворов.

Приготовленные растворы целесообразно до их нагнетания отшивать в течение 1-3 ч, после

Нагнетание закрепляющих растворов в грунты

Для нагнетания закрепляющих растворов в грунты следует применять пневматические баки, насосы, либо установки, смонтированные на базе дозирочных агрегатов (рис. 18-20). Последние позволяют осуществлять непрерывное приготовление и нагнетание раствора с регулировкой его плотности и расхода.

Применяемое оборудование должно обеспечивать поддержание требуемого режима нагнетания (плавное нарастание расхода раствора во времени с фиксацией давления). Режим нагнетания отрабатывается в процессе контрольных работ.

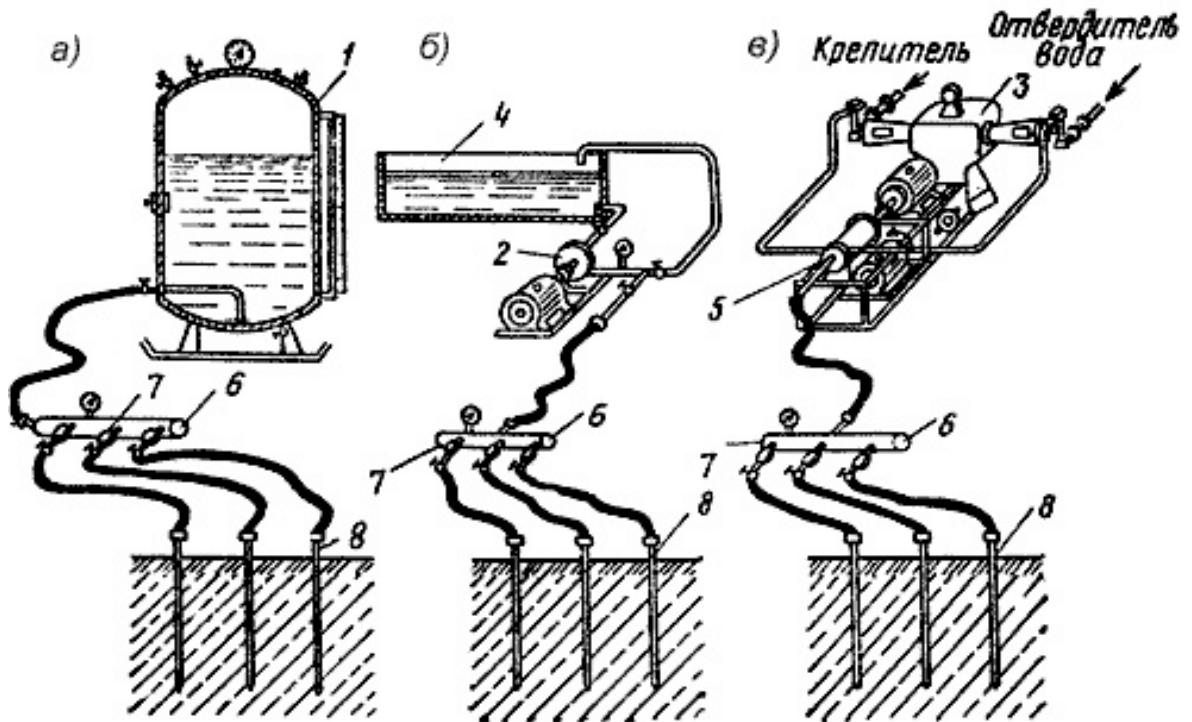


Рис. 18. Технологические схемы нагнетания закрепляющих растворов в грунты

а - с использованием пневмобака; б - насоса; в - дозирочного агрегата; 1 - пневмобак; 2 - насос; 3 - дозирочный агрегат; 4 - емкость с раствором; 5 - смеситель; 6 - распределитель; 7 - счетчики расхода; 8 - инъекторы.

Оборудование для нагнетания растворов ([рис. 18](#)) должно быть оснащено следующей контрольно-измерительной аппаратурой:

- обычными либо электроконтактными манометрами, рассчитанными на давление до 0,6-1 МПа с ценой деления шкалы 0,01 МПа;
- счетчиками расхода с погрешностью измерения до $\pm 2\%$ и ценой деления не более 0,005 м;
- секундомером или часами.

Шланги для подачи раствора должны быть рассчитаны на рабочее давление 0,6-1 МПа и иметь условный проход не менее 20...25 мм.

Нагнетание рабочего раствора должно производиться по заходкам в объеме и в технологической последовательности, предусмотренной проектом. Количество раствора и его плотность, порядок нагнетания и величина заходов, а также диаметр скважин могут быть изменены проектной организацией по результатам контрольного закрепления.

Перед нагнетанием реагентов в грунты инъектор должен быть промыт водой или продут воздухом под давлением, не превышающим предельно допустимого давления, указанного в проекте. Количество подаваемой воды должно назначаться таким образом, чтобы обеспечить освобождение от раствора перфорированной части инъектора или действующей части скважины.

Порядок нагнетания растворов по глубине зависит от способа погружения, характера и степени однородности грунта по водопроницаемости. Очередность устанавливается проектом.

При двухрастворной силикатизации грунтов в сплошном массиве жидкое стекло и раствор хлористого кальция нагнетаются рядами с чередованием инъекторов через один ряд. Раствор хлористого кальция следует нагнетать как можно быстрее после нагнетания жидкого стекла.

При двухрастворном способе силикатизации песчаных грунтов каждый раствор нагнетается отдельным насосом. Смешения растворов в баках, шлангах, насосах и инъекторах допускать нельзя. Оборудование, использованное для нагнетания жидкого стекла, может использоваться и для нагнетания раствора хлористого кальция (или наоборот) только после тщательной промывки его горячей водой.

При сплошном закреплении песков однорастворными способами силикатизации и смолизации растворы нагнетаются рядами инъекторов последовательно, т.е. в первый ряд, затем во второй и т.д. В рядах растворы нагнетаются через один инъектор.

Давление при нагнетании растворов в грунты устанавливается проектом и корректируется по результатам контрольного закрепления.

При закреплении грунтов под существующими сооружениями оно не должно превосходить нагружающего давления по подошве фундаментов.

Закрепление песчаных грунтов однорастворными двухкомпонентными способами силикатизации и смолизации рекомендуется производить по технологической схеме организации инъекционных работ, согласно рис. 18, составленной для случая смолизации.

Химические реагенты по этой схеме хранятся в специально отведенных для этой цели

частей емкости 8. Смола подается со склада насосом, затем готовый раствор смолы самотеком поступает в один из дозаторов, оборудованных водомерными стеклами с тарированной шкалой. В этот же дозатор самотеком поступает кислота из мерной емкости 4 в заданном количестве. Приготовленный гелеобразующий раствор поступает к насосу и закачивается в инъектор.

По мере расходования гелеобразующего раствора из первой половины емкости во второй половине готовится новый объем раствора.

Для приготовления рабочего раствора кислоты из цистерны концентрированная кислота самотеком переливается в емкость 2, заглубленную в землю и предварительно наполненную водой в расчетном количестве. Отсюда кислота перекачивается насосом в емкость, установленную на эстакаде. В этой емкости производят окончательную доводку плотности кислоты до заданной величины. Из емкости через систему кранов рабочий раствор кислоты самотеком поступает в дозатор, служащий для подачи заданного объема кислоты в смесь с крепителем.

Величина расхода при нагнетании закрепляющих растворов или смесей от одного инъектора или действующей части скважины назначается проектом и уточняется при контрольном закреплении. В процессе нагнетания величина расхода жидких реагентов контролируется по расходомерной шкале или счетчику-расходомеру.

При закреплении грунтов под вновь строящиеся здания для предупреждения выбивания раствора на поверхность над закрепляемым массивом должен быть оставлен защитный слой грунта толщиной не менее 1 м. Вместо защитного слоя из грунта можно устраивать бетонную плиту толщиной 10-15 см марки не менее 50. Для бурения скважин или забивки инъекторов в плите оставляются отверстия.

При нарушении нормального хода процесса нагнетания раствора в грунт нагнетание следует прекратить и возобновить только после устранения причин, вызвавших нарушения.

Нагнетание растворов допускается производить при температуре грунта в зоне закрепления не ниже 0 °С.

Для обеспечения качественной пропитки грунта при радиусах закрепления 0,7 м и более вязкость растворов силиката может быть снижена добавкой пластификатора или подогрева до температуры 40-60 °С.

При газовой силикатизации порядок нагнетания растворов устанавливается проектом и уточняется в процессе контрольного закрепления в следующей последовательности: углекислый газ, раствор силиката натрия и снова газ.

Для нагнетания углекислого газа в грунт применяются следующее оборудование и контрольно-измерительная аппаратура:

- баллоны для газа;
- углекислотные редукторы, оборудованные электрообогревательным элементом (рис. 17);

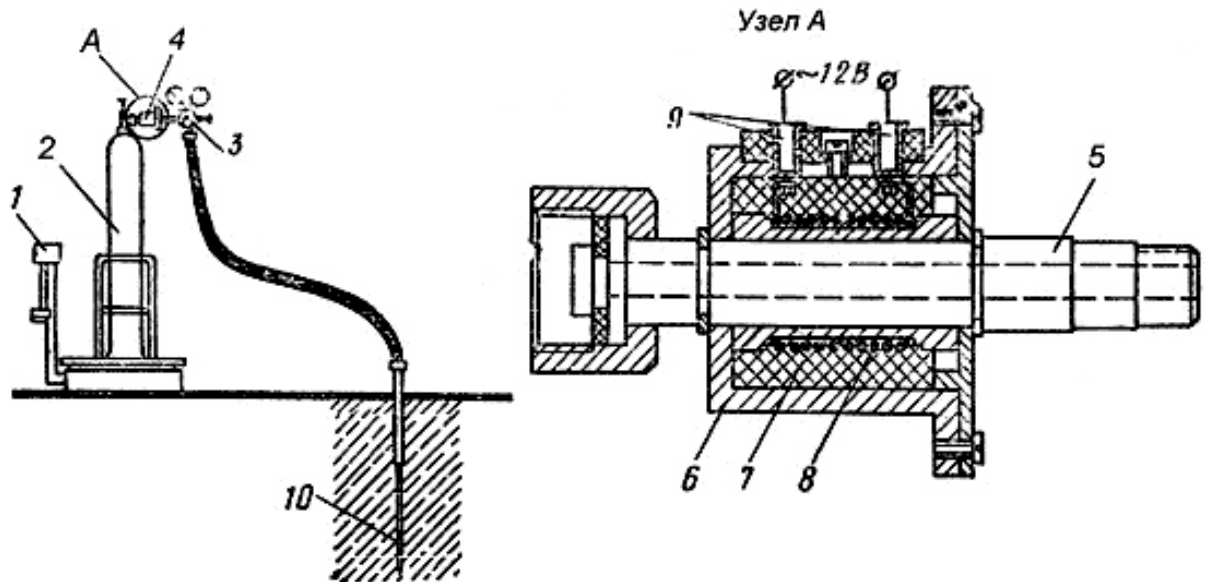


Рис. 19. Схема нагнетания углекислого газа в грунты при газовой силикатизации с использованием электрообогревательного элемента

1 - напольные весы; 2 - баллон с углекислым газом; 3 - редуктор; 4 - электрообогревательный элемент; 5 - патрубок; 6 - корпус; 7 - электроизоляционная набивка; 8 - спираль; 9 - клеммы; 10 - иньектор.

- манометры высокого и низкого давления (цена деления не более 0,01 МПа);
- весы для определения расхода газа с пределом взвешивания до 150 кг и с точностью не менее 0,1 кг;
- понижающий трансформатор, обеспечивающий на низкой стороне напряжение 12В;
- напорные шланги с внутренним диаметром 12-19 мм, рассчитанные на давление до 1 МПа.

Нагнетание углекислого газа в грунт производится плавно в режиме заданного проектом давления, определенного при контрольных работах по закреплению грунтов.

Баллон с углекислым газом, оборудованный редуктором, устанавливается на весах. После взвешивания баллона газ через редуктор подается по шлангу к иньектору или иньектор-тампону. Во избежание промерзания редуктора последний прогревается в процессе работ электронагревательным элементом. По разнице массы баллона до и после нагнетания определяется расход газа.

Давление при нагнетании газа для активизации грунта не должно превышать 0,15-0,2 МПа, а при подаче газа для отверждения силикатного раствора находится в пределах 0,4-0,5 МПа.

Нарушение режима подачи газа и превышение предельных значений давлений может привести к разрывам грунта, а следовательно, к нарушению однородности закрепления.

Перерыв во времени между нагнетанием силиката и газа не должен превышать 30 мин.

Расстояние между инъекторами или скважинами, через которые одновременно производится нагнетание газа, должно быть не менее 6 радиусов закрепления.

При инъекционном закреплении грунтов всеми способами сбрасывание давления в нагнетательных системах при окончании нагнетания должно производиться постепенно и медленно. Резкое сбрасывание давления может вызывать пробковое засорение перфорированной части инъекторов, значительно осложняющее производство работ.

После окончания инъекционных работ инъекторы извлекаются из грунта при помощи гидравлических, реечных домкратов или других приспособлений грузоподъемностью 5-10 т,

Во избежание выбивания растворов через использованные скважины последние тампонируются грунтом, смешанным с цементом в соотношении 8:1.

В конце смены все оборудование, находящееся в соприкосновении с растворами, промывается горячей водой и продувается сжатым воздухом.

Работы по возведению сооружений способом «стена в грунте»

Подземные сооружения в зависимости от гидрогеологических условий и глубины заложения осуществляют разными способами, основные из которых открытый, «стена в грунте» и способ опускного колодца.



Рис. 20. Устройство монолитных конструкций по методу «стена в грунте»

Сущность технологии «стена в грунте» в том, что в грунте устраивают выемки и траншеи различной конфигурации в плане, в которых возводят ограждающие конструкции подземного сооружения из монолитного или сборного железобетона, затем под защитой этих конструкций разрабатывают внутреннее грунтовое ядро, устраивают днище и воздвигают внутренние конструкции.

В отечественной практике применяют

- свайный, когда ограждающая конструкция образуется из сплошного ряда вертикальных буронабивных свай;
- траншейный, выполняемый сплошной стеной из монолитного бетона или сборных железобетонных элементов.

Технология перспективна при возведении подземных сооружений в условиях городской застройки вблизи существующих зданий, при реконструкции предприятий, в гидротехническом строительстве.

С использованием технологии «стена в грунте» могут сооружаться:

- противofильтрационные завесы;
- туннели мелкого заложения для метро;
- подземные гаражи, переходы и развязки на автомобильных дорогах;
- емкости для хранения жидкости и отстойники;
- фундаменты жилых и промышленных зданий.

В зависимости от свойств грунта и его влажности применяют два вида возведения стен - сухой и мокрый.

Сухой способ, при котором не требуется глинистый раствор, применяется при возведении стен в маловлажных устойчивых грунтах.

Свайные стены могут возводиться как сухим, так и мокрым способом, при этом последовательно бурится и бетонируется каждая свая.

Мокрым способом возводят стены подземных сооружений в водонасыщенных неустойчивых грунтах, обычно требующих закрепления стенок траншей от обрушения грунта в процессе его разработки и при укладке бетонной смеси. При этом способе в процессе работы землеройных машин устойчивость стенок выемок и траншей достигают заполнением их глинистыми растворами (суспензиями) с тиксотропными свойствами. Тиксотропность - способность раствора загустевать в состоянии покоя и сдерживать стенки траншей от обрушения, но и разжижаться от колебательных воздействий. В выемках, отрытых до необходимых глубины и ширины под глинистым раствором, этот раствор постепенно замещают, используя в качестве несущих или ограждающих конструкций монолитный бетон, сборные элементы, различного рода смеси глины с цементом или другими материалами.

Наилучшими тиксотропными свойствами обладают бентонитовые глины. Сущность действия глинистого раствора заключается в том, что создается гидростатическое давление на стенки траншеи, препятствующее их обрушению, кроме этого на стенках образуется

выемок позволяет отказаться от таких вспомогательных и трудоемких работ, как забивка шпунта, водопонижение и замораживание грунта.

При отрывке траншей используют оборудование циклического и непрерывного действия; обычно ширина траншей составляет 500...1600 мм, но может достигать до 1500...2000 мм. Для разработки траншей под защитой глинистого раствора применяют землеройные машины общего назначения - грейферы, драглайны и обратные лопаты; буровые установки вращательного и ударного бурения и специальные ковшовые, фрезерные и струговые установки.

Буровое оборудование позволяет устраивать «стену в грунте» в любых грунтовых условиях при глубине заглубления до 100 м.

Нецелесообразно применять метод «стена в грунте» в следующих случаях:

- в грунтах с пустотами и кавернами, на рыхлых свалочных грунтах;
- на участках с бывшей каменной кладкой, обломками бетонных и железобетонных элементов, металлических конструкций и т.д.;
- при наличии напорных подземных вод или зон большой местной фильтрации грунтов.

Наиболее простая технология работ при устройстве противofильтрационных завес, которые обычно выполняются из монолитного бетона, глин тяжелых, ломовых и твердых. Назначение завес - предохранение плотин от проникновения воды за тело плотины. Противofильтрационная завеса может быть применена при отрывке котлованов для предохранения их от затопления подземными водами. Отпадает потребность в замораживании грунта или понижения уровня грунтовых вод иглофилтровыми понизительными установками. Завеса - решение постоянного действия, в то время как остальные методы используются только на период производства работ, хотя грунтовые воды могут быть очень агрессивными.

Работы по отрывке траншей, как и производство последующих работ, в случае близкого расположения фундаментов существующих зданий выполняют отдельными захватками, обычно через одну, т.е. первая, третья, вторая, пятая, четвертая и т.д.

Длину захватки бетонирования назначают от 3 до 6 м и определяют по следующим критериям:

- условиям обеспечения устойчивости траншеи;
- принятой интенсивности бетонирования;
- типу машин, разрабатывающих траншею;
- конструкции и назначению «стены в грунте».

Последовательность работ при устройстве монолитных конструкций по методу «стена в грунте» ([рис. 20](#)):

- 1) забуривание торцевых скважин на захватке;
- 2) разработка траншеи участками или последовательно на всю длину при постоянном заполнении открытой полости бетонным раствором с ограничителями, разделяющими траншею на отдельные захватки;
- 3) монтаж на полностью отрытой захватке арматурных каркасов и опускание на дно траншеи бетонолитных труб;
- 4) укладка бетонной смеси методом вертикально перемещаемой трубы с вытеснением глинистого раствора в запасную емкость или на соседний, разрабатываемый участок траншеи.

Арматура - пространственный каркас из стали периодического профиля должен быть уже траншеи на 10... 12 см. Перед опусканием арматурных каркасов в траншею стержни целесообразно смачивать водой для уменьшения толщины налипаемой глинистой пленки и увеличения сцепления арматуры с бетоном. Бетонирование осуществляют методом вертикально перемещаемой трубы с непрерывной укладкой бетонной смеси и равномерным заполнением смесью всей захватки снизу вверх. Бетонолитные трубы - металлические трубы диаметром 250...300 мм, толщина стенок 8... 10 мм, горловина - на объем трубы, съемный клапан ниже горловины, пыжи из мешковины.

Ограничители размеров захватки:

- при глубине траншеи до 15 м трубы диаметром, меньшим ширины траншеи на 30...50 мм; их извлекают через 3...5 ч после окончания бетонирования на захватке, и образовавшаяся полость сразу заполняется бетонной смесью;
- при глубине траншеи до 30 м устанавливают ограничитель в виде стального листа, который приваривается к арматурному каркасу; при необходимости лист усиливается приваркой швеллеров.

При длине захватки более 3 м бетонирование обычно осуществляют через две бетонолитные трубы одновременно. Для повышения пластичности бетона и его удобоукладываемости применяют пластифицирующие добавки - спиртовую барду, суперпластификаторы.

Перерывы в бетонировании - до 1,5 ч летом и до 30 мин - зимой. Бетонную смесь укладывают до уровня, превышающего высоту конструкции на 10... 15 см для последующего удаления слоя бетона, загрязненного глинистыми частицами. При использовании виброуплотнения вибраторы укрепляют на нижнем конце бетонолитной трубы. При трубах длиной до 20 м применяют один вибратор, при длинах до 50 м - два вибратора.

Трубы на границе захваток обязательно извлекают. Раннее извлечение приводит к разрушению кромок образовавшейся сферической оболочки, что нежелательно, а позднее приводит к защемлению трубы между бетоном и землей и требуются значительные усилия для ее извлечения. Поэтому часто просто ставят неизвлекаемые перемычки из листового железа, швеллеров или двутавров, обязательно привариваемых к арматурным каркасам сооружения.

Иногда для укрепления устья траншеи от разрушения и осыпания устраивают из сборных элементов или металла форшахты - оголовки траншей глубиной до 1 м для усиления верхних слоев грунта, или это траншея с укрепленными на глубину до 1 м верхними частями стенок. Недостатки монолитного решения «стены в грунте»: ухудшается сцепление арматуры с бетоном, так как на поверхность арматуры налипают частицы глинистого раствора; много сложностей возникает при производстве работ в зимних условиях, поэтому, когда позволяют условия, используют сборный и сборно-монолитные варианты.

Применение сборного железобетона позволяет:

- повысить индустриальность производства работ;
- применять конструкции рациональной формы: пустотные, тавровые и двутавровые;
- иметь гарантии качества возведенного сооружения.

Недостатки сборного железобетона: требуется специальная технологическая оснастка для изготовления изделий, каждый раз своего сечения и длины; сложность транспортирования изделий на строительную площадку; требуются мощные монтажные краны; стоимость сборного железобетона значительно выше, чем монолитного. Вертикальные зазоры между сборными элементами заполняются цементным раствором при сухом способе производства работ. При мокром способе наружную пазуху траншеи заполняют цементно-песчаным раствором, а внутреннюю - песчано-гравийной смесью. Наружное заполнение в дальнейшем будет служить в качестве гидроизоляции. Применяют два варианта сборно-монолитного решения:

- 1) нижняя часть сооружения до определенного уровня состоит из монолитного бетона, вышележащие конструкции - из сборных элементов;
- 2) сборные элементы применяют в виде опалубки - облицовки устанавливают к внутренней поверхности траншеи, наружная полость заполняется монолитным бетоном.

При строительстве туннелей и замкнутых в плане сооружений после устройства стен грунт извлекается из внутренней части сооружения и его отвозят в отвал, днище бетонируют или устраивают фундаменты под внутренние конструкции сооружения.

Погружение и подъем стальных и шпунтованных свай

Шпунты Ларсена и профили от SBH.



Шпунт Ларсена от SBH представляет собой узкие металлические холоднокатанные профили с замками на продольных гранях для герметичного зацепления отдельных листов в одну монолитную стальную стену, укрепляющую грунт. Шпунты представлены различными формами профиля, позволяющими подобрать наиболее экономичный вариант для определенных на объекте требований к прочности стены.

Шпунт Омега - глубокой корытообразной формы является самым прочным. Максимальный момент сопротивления до 1400 см^3 на метр позволяет использовать его на любых объектах с котлованами, береговыми линиями, строительством опор мостов в водоемах, отрезания грунтовых вод и др.

Шпунт LP - мелкой корытообразной формы с максимальным моментом сопротивления 634 см^3 на метр предназначен для работ при небольших требованиях к прочности или при необходимости оставить шпунт в грунте. Благодаря низкой удельной массе при большой ширине листов обладает привлекательно низкой стоимостью погонного метра укрепления. Корытообразная форма гарантирует возможность работы с любыми стандартными погружателями.

Шпунты формы Z и S обладают самой высокой прочностью с моментом сопротивления до 1813 см^3 на метр и могут применяться на всех объектах, где проект предполагает такой профиль. Широкие до 825 мм листы позволяют значительно уменьшить стоимость укрепления объекта за счет необходимого меньшего количества листов, чем у конкуренции.

Профили волнообразной формы без замков применяются в составе специальных рам крепи (серия С-400) или отдельно для прохождения коротких отрезков с пересекающимися объектами коммуникациями

Монтаж шпунтового ограждения Spunsvibrering I Slangerup DK

(смотреть видео в интернете)



Словарь

Разбивочный чертеж – рабочий чертеж при планировке благоустраиваемого объекта с привязкой к базисным линиям и конкретными размерами всех элементов, включенных в планировку. [в тексте ↑](#)

Динамические процессы – процессы, для которых характерно быстрое изменение во времени и пространстве. [в тексте ↑](#)

Нивелирные реперы – знак, закрепляющий точку земной поверхности, высота которой относительно исходной уровенной поверхности определена путем нивелирования. [в тексте ↑](#)

Скарпель – инструмент для гладкой обработки камня. [в тексте ↑](#)

Полная сметная стоимости строительства – сумма денежных средств, необходимых для осуществления строительства в соответствии с проектными материалами. [в тексте ↑](#)

Вопросы для самопроверки

- 1. Виды бентонитов по химическому составу?**
- 2. Какое свойство косвенно характеризует величина толщины фильтрационной корки?**
- 3. Состав бентонитового порошка?**

Список рекомендуемой литературы

Чтобы скачать необходимый документ, нажмите на него. Все документы представлены в формате pdf. Документы находятся на сервере Академии.

1. [СНиП 3.01.03-84](#) «Геодезические работы в строительстве»
2. [Пособие по производству геодезических работ в строительстве](#) (к СНиП 3.01.03-84)
3. [ГОСТ 24846-81](#) «Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений»
4. [СНиП 2.04.02-84*](#) «Водоснабжение наружные сети и сооружения»
5. [СНиП 3.05.04-85*](#) «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»
6. [РД-10-117-95](#) «Требования к устройству и безопасной эксплуатации рельсовых путей козловых кранов»
7. [СНиП 3.02.01-87](#) «Земляные сооружения, основания и фундаменты»
8. [СНиП 12-01-2004](#) «Организация строительства»
9. [Постановление от 23 июля 2001 г. № 80](#) «О принятии строительных норм и правил Российской Федерации «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»
10. [МДС 12-52.2009](#) «Устройство набивных свай»
11. [СНиП 3.02.01-87](#) «Земляные сооружения, основания и фундаменты»
12. [СНиП 2.05.02-85](#) «Автомобильные дороги»
13. [СНиП 3.06.03-85](#) «Автомобильные дороги»