ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ОРГАНИЗАЦИИ, МЕХАНИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ СТРОИТЕЛЬСТВУ (ЦНИИОМТП) ГОССТРОЯ СССР

РУКОВОДСТВО

по геодезическим работам при устройстве подземных коммуникаций

Москва Стройиздат 1983

gost.e-ecolog.ru

УДК 528.4:625.78

Рекомендовано к изданию решением секции организации строительного производства Научно-технического совета ЦНИИОМТП.

Руководство по геодезическим работам при устройстве подземных коммуникаций/ ЦНИИОМТП. — М.: Стройиздат, 1983.—70 с.

Разработано к главе СНиП III-2-75.

Рассмотрены вопросы организации геодезических работ при устройстве коммуникаций, расчета требуемой точности геодезических измерений, создания разбивочной основы, детальных разбивочных работ и контроля точности при устройстве траншей и трубопроводов, исполнительных съемок в процессе строительства. Приведена методика математической обработки результатов наблюдений.

Для инженерно-технических работников геодезических служб строительно-монтажных организаций.

Табл. 16, ил 20.

Р $\frac{3202000000-545}{047(01)-83}$ Инструкт.-нормат., II вып.—131—82

© Стройиздат, 1983

ПРЕДИСЛОВИЕ

В условиях экономии земельных ресурсов, высокой стоимости строительного освоения территорий и охраны природной среды, когда идет широкое освоение подземного пространства, выдвигаются качественно новые требования к организации и технологии производства геодезических работ. Роль и значение геодезического обеспечения сооружения подземных коммуникаций постоянно возрастают.

Практика показывает, что одним из основных факторов, определяющих качество строительства подземных коммуникаций, является уровень геодезического обеспечения. Особое значение для его повышения имеют разработка и внедрение эффективных методов и приемов выполнения геодезических работ, основанных на использовании новых приборов и приспособлений, обеспечивающих высокую точность геодезических измерений, способствующих повышению производительности труда и сокращению сроков строительства.

Традиционные способы геодезического контроля (способ визирок, способ, основанный на нивелировании дна траншей, труб и др.) не всегда обеспечивают отрывку траншей и укладку труб с заданным уклоном. Кроме того, эти способы трудоемки и их применение не дает возможности проводить контроль непрерывно. Имеются отдельные сообщения о применении лазерной техники в геодезических работах при строительстве подземных коммуникаций за рубежом. В этих сообщениях, носящих в основном рекламный характер, не рассматриваются методические вопросы использования этой техники, не приводится анализ факторов, влияющих на точность выполнения работ, и др.

В отделе качества и метрологического обеспечения строительно-монтажных работ ЦНИИОМТП Госстроя СССР разработаны комплексные технологии геодезических работ при сооружении подземных коммуникаций на основе применения лазерных геодезических приборов и комплекта унифицированных приспособлений к ним. Эти технологии свободны от недостатков, свойственных традиционным способам, и обеспечивают непрерывный контроль сооружения коммуникаций. Разработки отдела внедрены на ряде строящихся объектов СССР и могут быть рекомендованы к широкому применению при сооружении подземных коммуникаций.

Настоящее Руководство разработано к главе СНиП III-2-75 «Геодезические работы в строительстве» (кандидаты техн. наук В. Г. Бузятов, В. С. Сытник, инж. Игильманов Ж. А.).

1. ПЕРЕНЕСЕНИЕ В НАТУРУ ПРОЕКТОВ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Общие положения

1.1. Подземные коммуникации разделяют на три основные группы: трубопроводы, кабельные сети и коллекторы. Трубопроводы включают в себя водопровод, канализацию, теплоснабжение, водотоки и дренаж, а также специальные технологические трубопроводы.

Наиболее плотное размещение подземных коммуникаций характерно для центральных городских улиц и площадей. На городских территориях внутри кварталов подземные инженерные сооружения размещены со значительно меньшей плотностью. Сложной сетью подземных коммуникаций характеризуются территории промышленных предприятий, особенно предприятий химической, нефтеперерабатывающей и металлургической промышленности. Инженерные сети на территориях промышленных предприятий прокладываются вдоль проездов, а также между зданиями и сооружениями.

Инженерные сети на территориях сельских населенных пунктов характеризуются небольшим числом видов сетей коммунально-бытового назначения. При этом трубопроводы, как правило, подземные, а кабельные линии — наземные. На незастроенных территориях инженерные коммуникации представлены отдельными магистральными трубопроводами, подземными и наземными линиями электропередачи и связи. При этом местоположение и назначение магистральных коммуникаций в большинстве случаев определяются опознавательными столбами.

1.2. Городская водопроводная сеть состоит из труб разного диаметра и назначения: водоводов, магистральных линий, распределительной сети и вводов в отдельные здания. Водоводы подают транзитом воду от водопроводной станции к району водопотребления. Магистральные линии являются ответвлениями от водоводов. Распределительная сеть подводит воду к отдельным зданиям и сооружениям.

Трубы водопроводной сети независимо от их диаметра, как правило, чугунные или стальные. На промышленных предприятиях применяются асбестоцементные и железобетонные трубы. Трубы водопроводной сети укладываются обычно параллельно поверхности земли на 0,2—0,5 м ниже глубины промерзания.

Для эксплуатации и наблюдения за работой оборудования водопроводной сети сооружаются колодцы, габариты которых зависят от диаметров труб, глубины их заложения и типа установленной в них арматуры. Колодцы на водопроводах устраиваются, как правило, при вводах в крупные здания и сооружения, в точках резкого перелома профиля, особенно на магистральных линиях. Повороты водопроводов осуществляют, как правило, без устройства колодцев.

Канализация представляет собой сеть подземных труб и кана-

лов, служащих для удаления сточных вод в очистные сооружения, а также атмосферных осадков в ближайшие водоемы. Канализационная сеть является самотечной, и только на отдельных участках при перекачке сточных вод на высокие горизонты прокладывается напорная канализация. Канализационная сеть включает выпуски из зданий к смотровым колодцам, уличную сеть и коллекторы, отводящие воды в очистные сооружения.

Минимальные уклоны трубопроводов допускаются не менее:

0,007 мм для труб диаметром, мм	150;
0,005 мм „ „ „	200;
0,0005 мм „ „ „	1250 и более.

Смотровые колодцы или камеры устраиваются:

а) в местах присоединения трубопроводов;

б) в местах изменения направления, уклонов и диаметров трубопроводов:

в) на прямолинейных участках через:

35 м для труб диаметром, мм	150
50 м „ „ „	150—600
75 м „ „ „	600—1400
150 м „ „ „	более 1400

На трубопроводах напорной канализации колодцы устанавливаются через 300—500 м и оборудуются так же, как и колодцы водопроводной сети.

Глубина заложения трубопроводов канализации зависит от рельефа местности, требуемых уклонов, протяженности трасс и других факторов. Минимальная глубина заложения труб канализации 0,7 м.

Городские газовые сети состоят из распределительных газопроводов, проложенных от газораспределительных станций (ГРС), газорегуляторных пунктов (ГРП) и газгольдерных станций. Газопроводы укладываются преимущественно параллельно поверхности земли на глубине до 1,5 м с уклоном не менее 0,02. Газопроводы, транспортирующие осушенный газ, прокладываются на глубине до 1 м без соблюдения уклонов. На промышленных предприятиях газопроводы, как правило, прокладываются под землей, на эстакадах или опорах. Нередки случаи размещения газопроводов по кронштейнам, укрепленным на стенах зданий.

Сеть водостоков на городских и промышленных территориях состоит из дождеприемных колодцев, труб, соединяющих дождеприемные колодцы с коллекторами, смотровых колодцев и т. д. Дождеприемные колодцы располагаются в лотках улиц в пониженных местах на расстоянии 40—100 м один от другого. На большем расстоянии между дождеприемными колодцами на коллекторах устраиваются дополнительные смотровые колодцы.

Водосточная сеть самотечная с уклонами от 0,05 до 0,005. Трубы водосточной сети изготавливаются из асбестоцемента, бетона. Диаметры труб от 200 до 2000 мм.

Основное назначение дренажей состоит в понижении уровня грунтовых вод. По своему устройству дренажи подразделяются на горизонтальные (мелкого и глубокого заложения), вертикальные и сопутствующие. Горизонтальный дренаж состоит из бетонных, асбестоцементных или деревянных труб, уложенных в грунте с уклоном от 0,04 до 0,002. Для дренажей глубокого заложения часто применяют трубы диаметром 150—220 мм, а мелкого заложения — 100 мм. Глубина заложения труб зависит от назначения дрена и требуемого уровня понижения грунтовых вод. Для проверки работы дрен на примыканиях к коллектору сооружаются смотровые колодцы. На дренах длиной более 100 м они ставятся через каждые 30—50 м.

К трубопроводам специального назначения относятся воздухопроводы, бензопроводы, нефтепроводы, мазутопроводы и др. Они прокладываются в виде подземных и наземных трубопроводов, имеют ограниченное число колодцев и закладываются на глубину не менее 1,5 м. Трубы изготавливаются главным образом из стали. Большая часть указанных трубопроводов сооружается на территориях промышленных предприятий и представлена в виде локальных сетей, связывающих соответствующие технологические установки.

За исключением нефтепроводов и воздухопроводов, для строительства трубопроводов специального назначения применяются трубы диаметром от 32 до 200 мм. Диаметр труб воздухопроводов колеблется в пределах от 32 до 100 мм для транспортирования сжатого воздуха, до 1500 мм — для воздухоочистных сооружений.

1.3. Кабельные сети разделяются на силовые кабели и кабели слабого тока. Силовые кабели делятся на высоковольтные (напряжением 1 кВ и более) и низковольтные, а кабели слабого тока в свою очередь на телефонные, телеграфные, кабели радиовещания, средств управления и телемеханики. Электрокабели напряжением до 10 кВ прокладываются на глубине 0,7—0,8 м, а большего напряжения — 1—1,5 м.

На территориях промышленных предприятий практикуется прокладка кабельных линий в каналах, тоннелях, а также по эстакадам или стенам зданий. В сельских населенных пунктах для целей освещения и обеспечения работы силовых установок, как правило, строятся ЛЭП.

Глубина заложения кабелей слабого тока не превышает 1 м

1.4. Коллекторы подразделяются на общие и специальные. В общих коллекторах прокладываются трубопроводы и кабели различного назначения. В общих коллекторах допускается размещение следующих видов сетей:

кабелей слабого тока всех назначений;

силовых кабелей напряжением не более 10 кВт;

труб разводящей водопроводной сети;

труб теплосети;

труб напорной канализации диаметром не более 500 мм;

труб самотечной канализации диаметром не более 300 мм;

труб водосточной сети;

газопроводов низкого и среднего давления (не более 0,06 МПа) при условии оборудования коллектора и при отсутствии в нем силовых кабелей.

Специальные коллекторы служат для размещения однотипных сетей (канализация, водосток, кабельные сети). Коллекторы имеют, как правило, прямоугольное или квадратное сечение. Для эксплуатации коллекторов устраиваются камеры главным образом в местах присоединения труб или кабелей.

1.5. В комплекс геодезических работ по прокладке трасс подземных коммуникаций входят

перенесение в натуру и закрепление соответствующими знаками трасс подземных коммуникаций и отдельных сооружений на них;

детальный вынос в натуру осей трасс;

наблюдение за отметками при отрытии траншей, укладке труб, устройстве колодцев и т д;

исполнительная съемка трасс, вводов, колодцев, аварийных выпусков и артезианских колодцев.

Исходной документацией для производства геодезических работ являются:

генеральный план застройки участка;

рабочие чертежи, на которых показываются: красные линии и линии застройки; оси проектируемых зданий и сооружений, координаты углов поворота и пересечение трасс; координаты центра колодцев и других наружных частей сооружения; расстояния между отдельными элементами коммуникаций; привязки трасс к опорной сети, зданиям и сооружениям; углы между смежными колодцами; отметки дна лотков и верха колодцев;

профиль трассы.

Перенесение в натуру проектов подземных коммуникаций заключается в определении на местности относительно пунктов опорной геодезической сети проектного положения элементов коммуникаций в плане и по высоте.

Вынос в натуру проекта трасс подземных коммуникаций выполняется в такой последовательности:

разбивка основных осей трассы;

разбивка смотровых колодцев, центров опор, вводов в здания и других элементов коммуникаций;

исполнительная съемка.

Перенесению в натуру подлежат:

для водопровода, канализации, дренажа, электрокабельной и те-

лефонной сетей — точки подключений и присоединений, углы поворота, оси сети и колодцы;

для газопровода и теплосети — точки присоединений, углы поворота осей сети и колодцы;

для совмещенных прокладок — точки оси основной сети, углы поворота колодцев, камер, присоединений.

Кроме этого, обязательно переносятся в натуру места перепада отметок трубопроводов, пересечения с другими существующими и проектируемыми коммуникациями, проездами и т. п.

На прямолинейных участках трасс в натуру выносятся и закрепляются точки не реже чем через 100 м.

Проектные отметки характерных точек коммуникаций определяются относительно реперов и марок нивелирной сети.

Все вынесенные точки на местности закрепляются деревянными столбами, металлическими трубами или кольями. Для сохранения на оси трубопровода точки выносят створными знаками или с помощью обносок за пределы зоны земляных работ.

1.6. Обязанности заказчика, генподрядных и субподрядных организаций по геодезическому обеспечению строительства подземных коммуникаций приведены в прил. 1—3.

Основные нормативные требования к сооружению подземных коммуникаций приведены в прил. 4.

Создание геодезической основы

1.7. Разбивочным работам предшествует создание опорной геодезической сети и съемочного обоснования. Перенос проектов подземных коммуникаций в натуру выполняется, как правило, относительно пунктов съемочного обоснования.

В качестве опорной геодезической сети служат пункты триангуляции и полигонометрии. Плановое съемочное обоснование создается на основе триангуляционных, полигонометрических сетей или в качестве самостоятельной основы и представляет собой систему теодолитных ходов или аналитическую сеть, по точности удовлетворяющую требованиям съемок в масштабе 1 : 500.

Теодолитные ходы должны опираться на пункты опорной сети с точностью не ниже 1 : 2000. На территории до 2,5 км^2 теодолитные ходы являются самостоятельной опорной сетью.

Теодолитные ходы прокладывают вдоль трасс строящихся коммуникаций с учетом удобства выполнения разбивочных работ с пунктов хода и обеспечения их максимальной сохранности. Если теодолитные ходы являются самостоятельной опорной сетью, пятая часть пунктов закрепляется центрами типа полигонометрии либо забетонированными трубами. На застроенной территории, где это оказывается возможным, следует закладывать стенные знаки. На заложенные знаки составляют альбом их привязок к местным предметам.

1.8. При выполнении геодезических работ на застроенной террито-

рии в соответствии с СН 212-73 рекомендуется создавать постоянное съемочное обоснование (ПСО). Точками ПСО могут служить элементы капитальных зданий и сооружений, а также центры крышек колодцев, расположенных на тротуаре или непосредственно у бортового камня, но так, чтобы между ними была взаимная видимость.

Создание ПСО способствует улучшению технологии геодезических работ по выносу в натуру проектов подземных коммуникаций за счет исключения повторного прокладывания теодолитных ходов при исполнительной съемке коммуникаций.

Крышки колодцев, используемые в качестве пунктов съемочного обоснования, должны выбираться на местах, удобных для производства съемок, но не реже чем через 300 м.

1.9. Характеристики теодолитных ходов, прокладываемых для создания съемочного обоснования, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика ходов	Масштаб съемки	
	1 : 500	1 : 1000
Предельная относительная погрешность ходов:		
1-й разряд	1 : 2000	1 : 2000
2-й разряд	1 : 1000	1 : 1000
Длина ходов между исходными пунктами, м:		
1-й разряд	600	1200
2-й разряд	300	500
Расстояние между узловыми точками или между узловой точкой и исходным пунктом в системе теодолитных ходов, м:		
1-й разряд	400	800
2-й разряд	100	200
Максимальная удаленность узловых точек от исходных пунктов, м	700	1000
Длина висячих ходов, м, на территории:		
застроенной	100	150
незастроенной	150	200
Длина линий в ходах, м:		
максимальная	350	
минимальная на застроенной территории	20	
„ незастроенной „	40	
Максимальное число углов в ходах:		
1-й разряд	15	
2-й разряд	8	
висячих	3	
Средняя квадратическая погрешность измерения угла	30″	
Расхождение между результатами прямого и обратного измерений линии:		
1-й разряд	1 : 2000	
2-й разряд	1 : 1000	
Предельная угловая невязка хода (n—число углов)	$f_\beta = 1'\sqrt{n}$	

Углы теодолитного хода измеряют теодолитами Т-30 одним приемом (при двух положениях вертикального круга), а линии — 20-метровой стальной лентой в прямом и обратном направлениях. Для измерения линий рекомендуется применять оптические дальномеры «Редта», Д-2, ДНР-5, светодальномеры ЕОК-2000, 2СМ-2, СМ-5, руководствуясь инструкцией СН 212-73.

Относительные невязки в теодолитных ходах не должны превышать 1 : 2000, а абсолютные значения — величин, приведенных в табл. 2.

Таблица 2

Масштаб съемки	На застроенной территории, м	На незастроенной территории, м	На незастроенной территории в неблагоприятных условиях, м
1 : 500	0,25	0,4	0,5
1 : 1000	0,4	0,6	0,8
1 : 2000	0,6	0,9	1,2
1 : 5000	1,2	1,8	2,4

При неблагоприятных условиях измерений относительные невязки в теодолитных ходах могут достигать 1 : 1000. В этом случае максимальные длины теодолитных ходов не должны превышать величин, указанных в табл. 3.

Таблица 3

Масштаб съемки	На застроенной территории, км	На незастроенной территории, км	Максимальное удаление от узловых точек, км
1 : 500	0,8	1,2	0,7
1 : 1000	1,2	1,8	1
1 : 2000	2	3	1,5
1 : 5000	4	6	3

1.10. Если условия местности затрудняют проведение линейных измерений, теодолитные ходы могут быть заменены микротриангуляцией. Сети микротриангуляции развиваются в виде несложных систем треугольников, геодезических четырехугольников, центральных систем, а также цепочек треугольников, проложенных между двумя сторонами (базисами) или пунктами сети высшего класса.

Между исходными сторонами (базисами) допускается построение треугольников для съемки, не более:

10 в масштабе 1 : 500;
15 » » 1 : 1000.

Базисные стороны измеряются в прямом и обратном направлениях с относительной погрешностью не грубее 1 : 5000.

Связующие углы треугольников должны быть не менее 20°, а стороны — не короче 150 м.

В треугольниках измеряются все три угла. Измерение углов производится теодолитами с точностью не менее 30″ двумя круговыми приемами. Расхождение одноименных направлений из разных приемов не должно быть более 45″. Угловые невязки в треугольниках не должны превышать 1,5′.

Отдельные точки планового съемочного обоснования могут определяться прямыми, обратными и комбинированными засечками. Угловые измерения выполняются с той же точностью, что и в сетях микротриангуляции.

1.11. Высотной основой для перенесения в натуру проектов подземных коммуникаций и съемки коммуникаций являются грунтовые и стенные реперы II, III и IV классов. Высотное геодезическое обоснование на участках строительства подземных коммуникаций создается путем проложения системы нивелирных ходов (отдельных ходов, системы ходов и замкнутых полигонов), опирающихся на марки и реперы II, III и IV классов. Высоты пунктов планового съемочного обоснования определяются техническим нивелированием.

Схема и точность создания высотного геодезического обоснования зависят от характера прокладываемых коммуникаций (коллекторы, тоннели, самотечные сети), наличия в районе работ пунктов государственной сети нивелирования, наличия капитальных сооружений и других факторов.

При отсутствии в районе работ государственной сети прокладывают ходы нивелирования IV класса.

Точность создания высотного геодезического обоснования, как правило, зависит от величины уклона самотечных сетей на участке строительства Если на территории имеются самотечные линии с уклонами от 0,001 и более, следует создавать нивелирную сеть IV класса. Если величина уклона самотечной линии меньше 0,001, должна создаваться нивелирная сеть III класса.

1.12. Характеристики ходов и сетей нивелирования различных классов точности приведены в табл 4.

Расстояние между смежными реперами должно быть 200—250 м из расчета передачи отметок на точки трассы при одной постановке нивелира. При недостаточной густоте пунктов геодезической основы вдоль трассы устанавливаются постоянные или временные реперы, отметки которых определяются нивелированием не ниже IV класса точности.

Нивелирование выполняют приборами с увеличением трубы не менее 25^{x} с ценой деления уровня не более 25″ на 2 мм. Рейки — двусторонние шашечные с круглым уровнем. Предельная длина визирного луча 150 м. С целью повышения производительности труда

целесообразно использовать нивелиры с самоустанавливающейся линией визирования НС-3, НС-4, Ni-025, Ni-B4 и др.

Таблица 4

Характеристика ходов и сетей	Класс нивелирования		
	III	IV	технический
Длина ходов нивелирования, км:			
между исходными пунктами (длина полигона)	15	5	2—8—16*
между исходными пунктами и узловой точкой	7	3	1,5—6—12*
между узловыми точками	5	3	1—4—8*
Максимальное расстояние между ходами в сети, км	5—7	3	1—4—8*
Расстояние между реперами или марками (застроенная и незастроенная территория), км	0,2—0,4—0,8	0,5—0,2—2,0	—
Средняя квадратическая погрешность на 1 км хода, мм	5	10	25
Максимальная длина визирного луча на станции, м	75 (100)	100 (150)	150 (200)**
Допустимое расхождение между превышениями на станции, мм	2	5	5 (10)
Допустимая невязка хода, мм			
по длине хода L, км	$10\sqrt{L}$	$20\sqrt{L}$	$50\sqrt{L}$
по числу станций n	—	—	$10\sqrt{n}$

* Длина хода для съемки с сечением рельефа 0,25, 0,5, 1 м и более.

** Длина лучей для нивелиров с увеличением, превышающим нормальное.

Способы перенесения проектов подземных коммуникаций в натуру

1.13. До выполнения земляных работ по строительству трубопроводов и кабелей разбивают оси или грани траншеи и местоположение смотровых колодцев, камер и т. п

Для построения в натуре трасс подземных коммуникаций составляется разбивочный чертеж, на котором показываются оси и размеры проектируемых трасс, пункты опорной сети (включая точки теодолитного хода) и элементы привязки трассы к существующей застройке или пунктам опорной сети.

Разбивочный чертеж для отдельной нитки коммуникаций составляется на основе генерального плана и продольного профиля. На

этот чертеж наносятся ближайшие пункты геодезического разбивочного обоснования, относительно которых указывается положение выносимого в натуру участка коммуникации с углами поворота трассы, пикетами, колодцами. Около узловых колодцев на чертеже выписываются их координаты, а между колодцами — расстояния.

Вынос в натуру проектов подземных коммуникаций выполняется относительно пунктов геодезического обоснования на участке строительства путем отложения на местности проектных значений углов, длин линий и превышений. Эти данные получают на этапе подготовительных работ, выполняя при этом следующее:

выписку координат и высот пунктов опорной и съемочной геодезической сети на участок трассы;

определение координат и отметок характерных точек трассы, подлежащих выносу в натуру;

определение длин прямых участков;

определение элементов привязок.

1.14. Данные, необходимые для перенесения в натуру трасс подземных коммуникаций, могут быть получены графическим, аналитическим и другими способами. Выбор способа перенесения зависит от характера застройки, протяженности трассы, заданной точности и наличия точек опорной геодезической сети или вспомогательного геодезического обоснования.

При наличии большого количества четких контуров вблизи трассы удобен графический метод. В этом случае в качестве данных для перенесения трасс в натуру используются угловые и линейные величины, полученные непосредственно с топографического плана, используемого для проектирования.

В качестве твердых контуров используются углы и выступы капитальных зданий, точки вдоль фасадов зданий, положение которых определяется по результатам линейных измерений от углов зданий или ругих твердых контуров. Линейные измерения выполняются только относительно четких контуров, положение которых определено непосредственно с инструментальных ходов. Для этого с плана определяются величины a, b, c, d, e, f, зная масштаб плана, получают искомые значения отрезков. Число засечек должно быть не менее трех (рис. 1).

Точность перенесения проекта трассы этим способом на местность зависит от масштаба плана, точности нанесения самой трассы на план, определения с плана неизвестных элементов, деформации плана.

При отсутствии четких контуров вблизи трассы прокладыва-

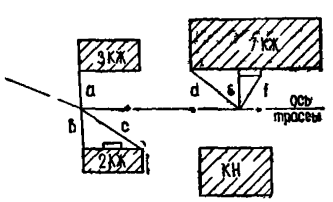

Рис. 1 Перенесение трассы в натуру способом засечек от твердых контурных точек

ется теодолитный ход таким образом, чтобы после его нанесения на план (по координатам) точки трассы могли быть перенесены в натуру с помощью угловых и линейных измерений.

Точки теодолитного хода закрепляются в зависимости от местных условий коваными гвоздями, штырями, кольями.

Аналитический способ применяется тогда, когда на участке сохранилось мало геодезических пунктов и проектные точки удалены от них на большие расстояния. Но аналитические расчеты связаны с большим объемом вычислительных работ, поэтому при достаточно плотной сети пунктов геодезического обоснования, когда расстояния до проектных точек не превышают 300 м, данные для перенесения проекта на местность можно определять графически по плану.

Аналитический способ заключается в следующем. По плану графически определяют координаты некоторой проектной точки, которую необходимо перенести в натуру. Из каталога выписывают координаты геодезического пункта, с которого предполагается производить вынос в натуру, а также дирекционный угол направления на видимый с него геодезический пункт. Решая обратную геодезическую задачу, по координатам геодезического пункта и выносимой на местность проектной точки вычисляют расстояние между ними и дирекционный угол. По разностям исходного и вычисленного дирекционных углов определяют горизонтальный угол.

Вычисления выполняют по формулам:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x}; \quad l = \frac{\Delta y}{\sin\alpha} = \frac{\Delta x}{\cos\alpha}.$$

При построении на местности отрезков линий заданной длины в значение длины, полученное из вычислений по координатам или непосредственно определенное с плана, вводят поправки за наклон (при угле наклона более 1,5°), температуру и компарирование. Перенесение отрезков линий в натуру должно быть осуществлено с относительной погрешностью не более 1 : 2000.

При аналитическом способе вынос трассы в натуру осуществляется от пунктов опорных геодезических сетей, красных линий, точек теодолитных ходов, от осей проездов или от строительной сетки.

При недостаточной плотности пунктов опорной геодезической сети исходными данными служат точки специально проложенных теодолитных ходов. При наличии закрепленных в натуре осей проездов или красных линий перенесение трассы в натуру выполняется непосредственно от них.

Необходимые данные для перенесения коммуникаций в натуру могут быть получены графоаналитическим способом, который представляет собой комбинацию графического и аналитического способов.

1.15. Для определения положения на местности выносимых точек используют следующие способы:

а) полярный с контролем от ближайшей вынесенной в натуру точки;

б) линейных засечек;

в) створных засечек;

г) способ перпендикуляров.

Полярный способ применяется, как правило, при получении разбивочных данных аналитическим способом. Кроме этого, способ может применяться при разбивках на открытой местности, при наличии возможности выполнения угловых и линейных измерений с одной точки стояния инструмента (рис. 2). Для измерения расстояний могут использоваться мерные ленты, металлические рулетки, оптические и нитяные дальномеры. Предельные значения расстояний приведены в табл. 5.

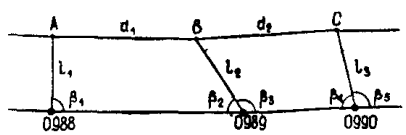

Рис. 2. Перенесение точек трассы в натуру полярным способом

· — точка теодолитного хода; *A, B, C* — точки трассы коммуникации; $l_1 - l_3$ ($\beta_1 - \beta_5$) — откладываемые расстояния (углы); d_1, d_2 — контрольные замеры

Способ линейных засечек наиболее распространен при выносе точек трассы, близко расположенных к пунктам геодезической сети или к капитальной застройке. Число засечек должно быть не менее трех. Длины засечек не должны быть более длины мерного прибора.

Угол при вершине засечки должен быть не менее 30° и не более 120°.

Таблица 5

Способ измерения расстояния	Расстояние, м
Стальной 20-метровой лентой	80
Стальной 50-метровой рулеткой	100
Дальномерами ДД-5, ДНР-0,6 и др.	80
Нитяным дальномером по рейке с сантиметровыми делениями	20

Применение способа створных засечек целесообразно при наличии вдоль трассы большого числа точек с известными координатами или фундаментальных зданий.

Разбивка методом перпендикуляров рациональна в случае расположения вдоль трассы опорной геодезической сети, специально проложенного теодолитного хода или створной линии между зданиями. При этом величина створа по продолжению здания не должна быть более половины длины здания, но в любом случае не должна превышать 60 м.

Длины перпендикуляров не должны превышать 4 м. В противном случае положение выносимой точки должно контролироваться засечкой.

1.16. Собственно разбивка подземных коммуникаций заключается в следующем. Относительно пунктов геодезической основы или твердых контуров в натуру выносят углы поворота тратты или через 300—500 м узловые колодцы. Все промежуточные колодцы разбиваются способом створов — путем отложения соответствующих проектных расстояний между смежными колодцами трассы. Створ между узловыми точками (колодцами) задают с помощью теодолита, лазерного прибора. Проектные расстояния откладывают стальной рулеткой (лентой) или с помощью оптических дальномеров ДНР-06, ДН-04, ОТД.

Ось трассы, углы поворота и места пересечения их с существующими подземными сетями и сооружениями закрепляются в натуре штырями, кольями и т. д., а их положение фиксируется параллельными выносками или створными знаками.

Допускается закрепление положения оси прокладок с использованием обноски, устраиваемой на прямолинейных участках. Обноски устанавливаются вдоль трассы на расстоянии 40—50 м одна от другой, а также в местах поворота трассы.

Ось прокладки выносится в траншею с помощью натянутой проволоки между створными точками или точками поворота.

Определение проектной глубины и проектного уклона обеспечивается нивелированием точек сооружения от ближайших рабочих реперов или с помощью визирок. В случае недостаточной густоты пунктов (реперов) геодезической основы вдоль трассы устанавливаются постоянные и временные реперы, высоты которых определяют нивелированием не ниже IV класса точности.

1.17. Плановое положение трассы коммуникации определяется точностью разбивки траншей, а высотное — точностью подготовки основания (ложа) трубопровода или кабеля. Поэтому до укладки труб или кабелей должна быть произведена контрольная нивелировка дна траншеи — бетонного основания, песчаной подушки и т. п. Отклонения фактических отметок от проектных не должны превышать ±5 см, за исключением канализации с уклоном менее 0,01.

При назначении точности нивелирования подземных прокладок для строительства и исполнительной съемки исходят из погрешности искажения уклона, которая не должна превышать 10%. Погрешность определения отметки точки сооружения определяется погрешностью отметки репера m_R и погрешностью превышения m_h. Как правило, принимают

$$m_R \leqslant 0{,}5\, m_h.$$

Погрешности нивелирования реперов и точек сооружений, зависящие от методики работ, чувствительности уровня и дальности визирования для III и IV классов и технического нивелирования выражаются зависимостям:

$$m_h = 0{,}3 + 0{,}008\,S;$$
$$m_h = 0{,}8 + 0{,}020\,S;$$
$$m_h = 1{,}5 + 0{,}040\,S,$$

где S — длина визирного луча, м.

Вычисленные по этим формулам значения m_h приведены в табл. 6, по данным которой можно подобрать класс нивелирования. Например, при расстоянии между реперами 200 м, расстоянии между нивелируемыми точками $l=100$ м, уклоне $i=0{,}0005$ имеет $m_h=1{,}58$ и $m_h=3{,}16$ мм, что соответствует основе по точности III класса и нивелированию коммуникаций по методике IV класса точности.

Таблица 6

Расстояние, м	Величины m_h, мм, для нивелирования класса			Расстояние, м	Величины m_h, мм, для нивелирования класса		
	III	IV	технического		III	IV	технического
25	0,5	1,3	2,5	100	1,1*	2,8	5,5
50	0,8	1,8	3,5	125	—	3,3**	6,5
75	0,9	2,3	4,5	150	—	3,8**	7,5

—увеличение нивелира не менее 35, **—не менее 30°.

Перенесение в натуру горизонтальных углов, линий и проектных отметок выполняется известными способами с использованием выверенных и исправленных инструментов:

для измерения углов — теодолитов не ниже 30″ точности (Т30, Т5 и др.);

для измерения расстояний — стальных рулеток, мерных лент, дальномеров и дальномерных насадок, обеспечивающих измерение линий с точностью не ниже 1 : 2000;

для определения превышений — нивелиров Н-3, НВ-1, НС-4, НС-3, НТ.

Правильность разбивки трассы в натуре контролируется относительно красных линий, осей проездов, существующих твердых точек или относительно пунктов специально проложенных теодолитных ходов По результатам контрольных геодезических измерений вычисляют координаты углов поворота трассы, колодцев и их высот. Фактические координаты и отметки точек сравнивают с проектными

Все элементы плановой и высотной разбивки фиксируются в журнале производства геодезических работ, в журнале геодезического контроля и в специальной схеме.

Схема элементов плановой и высотной разбивки доводится до

сведения всех ИТР и рабочих, с ними проводится инструктаж по правилам сохранности геодезических знаков до окончания строительства.

1.18. Укладка труб с заданным уклоном может быть осуществлена:

по уровню;

с помощью ходовых и постоянных визирок, которые устанавливаются в местах проектируемых колодцев и поворотных точках;

по установленным маякам.

Укладка по уровню заключается в установке каждой трубы в отдельности.

Укладка труб с помощью ходовых визирок начинается с вынесения точек трассы на обноски (рис. 3). На обноску выносят ось прокладки и между смежными обносками по трассе натягивают проволоку, фиксирующую ось прокладки или сооружения.

Трубы укладываются по отвесу, подвешиваемому к проволоке. К обноске прибивают брусок — полочку, на которую устанавливается и наглухо закрепляется в виде буквы Т постоянная визирка, верхняя грань которой должна быть горизонтальна. Высота постоянной визирки зависит от выбранных длин ходовых визирок. Длина ходовой визирки должна быть такой, чтобы при установке ее в траншее верх визирки возвышался над поверхностью земли около 1 м.

В случае, если глубина траншеи большая (5—6 м), постоянная визирка может закрепляться от полочки вниз (рис. 4). Наиболее удобная длина ходовой визирки 2, 3 или 4 м.

После получения высоты полочки необходимо вычислить с учетом длины ходовой визирки и уклонов длины отрезков от полочек до граней постоянных визирок и отложить эти отрезки металлической рулеткой или рейкой.

Примеры вычисления превышения между обноской постоянных визирок и подбора ходовой визирки приведены в табл. 7.

Если по трассе меняется диаметр труб, а длина ходовой визир-

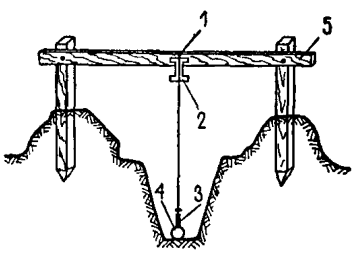

Рис. 3. Укладка труб с помощью ходовой визирки

1 — осевая метка *2* — визирка; *3* — отвес; *4* — труба; *5* — обноска

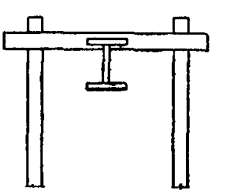

Рис. 4. Закрепление ходовых визирок для глубоких траншей

Таблица 7

№ колодца	Отметка лотка труб, м	Отметка обноски, м	Разница, м	Отклонение, м	Ходовая визирка, м
1	153,16	156,27	3,11	0,39	3,50
2	153,25	156,00	2,75	0,75	3,50
3	153,36	156,74	3,38	0,12	3,50
4	153,55	156,54	2,99	0,51	3,50

ки принималась от лотка, ходовая визирка в своей нижней части должна иметь башмак, который при укладе трубы вдвигается внутрь.

Трубы больших диаметров (800, 1000, 1500 мм) самотечных коллекторов, имеющих незначительные уклоны, укладываются на бетонное основание. Чтобы выдержать уклон с заданной точностью, по траншее с помощью нивелира устанавливают маяки (колья, штыри) через 10—20 м

Отметки маяков рассчитывают в зависимости от проектного уклона

Особые случаи разбивок

1.19. В отдельных случаях может выполняться совмещенная прокладка трубопроводов в общих коллекторах или в одной траншее. Сочетание трубопроводов при прокладке в одной траншее по назначению, величине сечения и количеству прокладок может быть самым различным.

Порядок производства геодезических работ при выносе в натуру проектов совмещенных прокладке следующий:

камерально-вычислительные работы по подготовке исходных данных;

полевые работы; для привязки трассы в полевых условиях прокладывается теодолитный ход;

расчет элементов трассы и составление схемы;

прокладка контрольного хода по точкам трассы;

составление схемы трассы с привязкой или ведомости координат углов поворота и длин линий между ними.

Подготовка данных и разбивка осуществляются только для основной прокладки. Основной прокладкой считается та, которая имеет наибольшую длину независимо от вида прокладки. Для этого вдоль трассы через 70—100 м намечаются поперечники, к которым и относятся разбивочные данные.

В натуру переносятся все повороты трассы и ответвления прокладок от основной трассы.

1.20. Если проектируемая трасса пересекает полотно железных или шоссейных дорог или другие препятствия, выполняют скрытую проходку трассы.

В этом случае перед производством работ на месте должно быть уточнено положение в плане и по высоте действующих подземных коммуникаций и сооружений, находящихся в зоне работ. Уточнение производится совместно с организацией, эксплуатирующей эти коммуникации и сооружения, по имеющимся исполнительным чертежам физическими методами (с помощью искателя подземных коммуникаций, трассоискателя) или шурфованием.

В зависимости от конкретных условий проходка может осуществляться следующими способами:

продавливанием с выемкой грунта;

продавливанием без выемки грунта;

горизонтальным бурением;

вибровакуумным способом;

щитовой проходкой и др.

Во всех указанных случаях (кроме последнего) определяются точки подхода и выхода трассы у препятствия. Между этими точками вычисляются расстояние и данные для задания направления и уклона механизма, осуществляющего проходку.

В точках подхода и выхода трассы проходят шахты (их габариты зависят от способа проходки), в натуру выносятся точки, определяющие направление трассы. Они закрепляются на стенах котлованов или шахты, а также по возможности на впередилежащих местных предметах (стенах домов и т. д.) (рис. 5).

1.21. Перед началом работ по продавливанию следует проверить:

соответствие размеров котлованов требованиям типовых проектов производства работ на бестраншейную прокладку трубопроводов методом продавливания;

отметки дна котлованов для учета запаса, необходимого для устройства направляющих;

правильность установки рамы крепления домкратов и параллельность осей домкратов оси продавливаемого футляра, а также точность установки монтажных направляющих устройств.

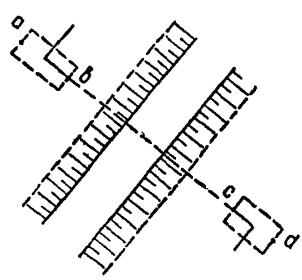

Рис. 5. Разбивка трассы при пересечении препятствия
a, b, c, d — точки, определяющие направление трассы

Обязательные требования при выполнении работ по продавливанию грунта:

плоскость опорной плиты (опорной стенки) должна быть перпендикулярна оси направления продавливания и иметь уклон, равный заданному уклону футляра;

ориентирование первой трубы в плане производится от направления, закрепленного в котловане рисками или отвесами, путем створения по теодолиту;

ориентирование первой трубы по высоте производится по двум точкам на верху футляра (на краю трубы) с известными отметками, переданными от рабочих реперов, с контролем уклона с помощью уровней или уклономеров;

при установке первой трубы в исходное положение ее положение не должно отличаться от проектного уклона не более ±0,002, абсолютное отклонение в плане не должно превышать ±100 мм, по высоте ±50 мм.

Инструментальный геодезический контроль в плане и по высоте производится·

через каждые 2 м проходки первой (головной) трубы;

каждой последующей трубы (звена) футляра.

Определение положения футляра в промежутках между маркшейдерскими замерами проводится горным мастером или бригадиром по уклономеру или уровню:

при продавливании первой и второй труб через каждый метр проходки;

на последующих звеньях — через каждые 2 м проходки.

Кроме приборов, применяемых при традиционных способах инструментального контроля, рекомендуется также использовать следующие приборы: определитель места буровой головки, лазерный визир, определитель положения щита, стационарно установленный нивелир с наклонным лучом визирования (НЛ-3).

1.22. Отклонения стальных футляров, предназначенных для устройства в них самотечных коллекторов и трубопроводов, не должны превышать в плане и по профилю 0,6% длины проходки.

Отклонения стальных футляров, предназначенных для прокладки в них напорных трубопроводов и прочих коммуникаций, не должны превышать в плане и профиле от l при длине проходки, %:

до 20 м—0,8;
до 40 м—1;
свыше 40 м—1,2.

При продавливании стальных футляров звеньями до 4 м эти допуски увеличиваются на 40%.

При необходимости проходки с большей точностью составляется проект производства работ, предусматривающий специальные методы контроля.

Стыкование труб футляров в котловане перед сваркой в профиле должно производиться с точностью не ниже ±0,002 для самотечных и ±0,003 для прочих трубопроводов. Стыкование в плане для футляров всех назначений должно производиться с точностью не ниже ±0,003.

Максимальная длина продавливаемых футляров для самотечных трубопроводов в зависимости от диаметра прокладываемых в них коммуникаций не должна превышать значений, указанных в табл. 8.

Таблица 8

Длина рабочих труб, мм	Длина стального футляра, мм				
	800	900	1000	1200	1400
200	18	36	36	60	60
300	18	36	36	60	60
400	18	30	36	54	60
500	12	18	30	48	60
600	—	12	18	36	54
700	—	6	12	30	42
800	—	—	6	18	36
900	—	—	—	12	30
1000	—	—	—	6	18
1200	—	—	—	—	6

Примечание. В случае продавливания футляров телескопическим методом длина продавливания определяется меньшим диаметром футляра.

1.23. Инструментальный контроль за положением стального футляра в плане заключается в следующем:

в котловане на проектной оси футляра устанавливают теодолит и ориентируют его визирную ось в створе оси футляра по отмеченным в котловане рискам или отвесам;

по рейке, приставленной горизонтально к боковой стенке футляра в различных его частях на одинаковой высоте от пола, делают отсчеты по вертикальной нити сетки нитей;

полученные отсчеты сравнивают с проектными и определяют величины отклонений.

Инструментальный контроль за положением футляра в профиле заключается в следующем:

устанавливают нивелир в котловане примерно на высоту оси футляра;

по рейке, устанавливаемой в своде футляра, производят отсчеты и вычисляют фактические отметки и уклоны.

По полученным данным определяется фактическое положение футляра в плане и по высоте. По ним составляются исполнительные чертежи.

При недопустимых отклонениях футляра от проектного положения принимаются меры по его исправлению.

1.24. Порядок геодезических работ при щитовой проходке:

1) полевые работы по созданию планово-высотного обоснования (на земной поверхности) в районе проектируемой проходки трассы и перенесение ее в натуру;

2) передача дирекционного направления и высот в шахту;

3) контроль выдерживания направления и уклона.

Допустимые отклонения по перенесению в натуру осей подземных сетей и сооружений в плане одинаковы для всех видов прокладок и характеризуются погрешностью ±0,1 м при аналитических способах разбивки и ±0,2 м при использовании данных, полученных графическим путем.

Допустимые величины отклонений по высоте не должны превышать:

для самотечных трубопроводов (канализация, водосток, дренаж) ±5 мм;

других напорных трубопроводов ±2 см;

кабельных и телефонных сетей, а также блочной канализации ±5 см.

Ориентирование подземных проходок в плане производится способом створов и способом, основанным на применении гиротеодолитов. Створы, определяющие направление шахт, могут быть заданы с помощью двух отвесов, пропущенных через два створа или ствол и вертикальную скважину. Для проектирования точек, фиксирующих створы, на дно котлована, траншеи могут быть использованы приборы вертикального проектирования.

1.25. Точность плановой геодезической основы должна обеспечить определение положения контролируемой точки в плане и по высоте со средней квадратической погрешностью не более

$$m_{\text{геод}} = 0{,}3\,\Delta\ ,$$

где Δ — строительный допуск;

$m_{\text{геод}}$ — средняя квадратическая погрешность геодезических работ.

Основными строительными допусками являются:

предел несбойки (поперечный сдвиг) в плане (Δ=200 мм);

допустимый перекос щита (при щитовой проходке);

минимальный радиус кривой;

максимальное боковое или вертикальное опережение колец;

уклон между колодцами;

абсолютные отклонения лотка блочной отделки или футляра по высоте.

При отсутствии установленных допусков на несбойку отклонение в плане принимается равным 200 мм, а по высоте 10 мм или устанавливается руководством специализированной организации по предложению главного маркшейдера.

В случае необходимости выполнения проходческих работ по точности выше указанных допусков должен быть составлен ППР на геодезическо-маркшейдерские работы с обоснованием необходимой точности выполнения отдельных видов измерений и применяемой методики. В ППР также должны быть отражены специальные указания по ведению проходческих работ, обеспечивающих требуемую точность.

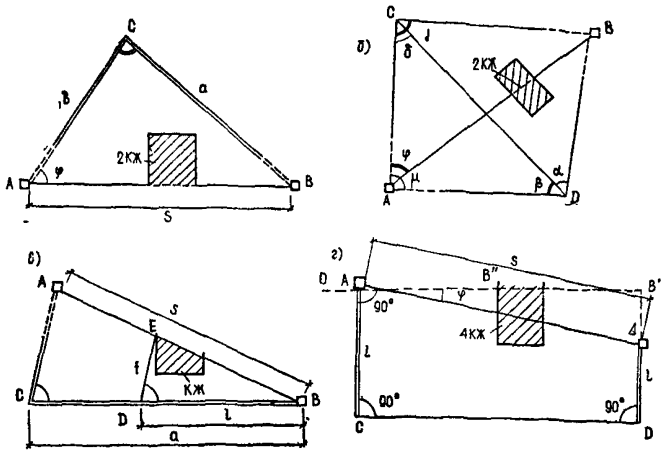

Рис. 6 Создание геодезического обоснования построением
а — треугольника; *б* — четырехугольника; *в* — подобных треугольников, *г* — малых треугольников

1.26. Наземное обоснование для ориентирования проходки в плане может быть создано способами:

микротриангуляции;

полигонометрии;

теодолитных ходов с условной ориентировкой;

построением различных геометрических фигур;

треугольника (с измерением двух сторон и угла между ними) (рис. 6, *а*). На рис. 6, *а* обозначено:

AB — направление проходки;

C — измеренный угол;

a, *b* — измеренные расстояния;

$$\varphi = 90° - \frac{C}{2} + \operatorname{arctg}\left[\frac{a-b}{a+b}\operatorname{ctg}\frac{C}{2}\right];$$

четырехугольника (без измерения линий) (рис. 6, *б*) На рис. 6,*б* обозначено:

α, β, j, δ — измеренные углы;

μ, υ — вычисленные в треугольниках углы как дополнение до 180°;

угол φ, определяющий направление проходки от линии *AC*, вычисляется по формуле

$$\operatorname{ctg}\varphi = \frac{\sin\beta\sin\nu}{\sin\alpha\sin\mu\sin j} - \operatorname{ctg} j;$$

подобных треугольников (без производства вычислений) (рис. 6, *в*) Обозначения:

C — измеренный угол;

a, b, c — измеренные расстояния.

Угол $D(\angle D = \angle C)$ и отрезок f

$$f = \frac{bc}{a},$$

откладываются;

малых треугольников (рис. 6,*г*). На рис. 6,*г* обозначено:

AB — направление проходки;

OAB^1 — предполагаемое направление проходки (определяется ориентировочно);

S — расстояние между шахтами (берется с плана);

l, l_1 — расстояния, измеренные по перпендикуляру от предполагаемого направления до точки C и точки D (положение монтажной шахты);

φ — угол между предполагаемым и истинным направлением проходки:

$$\varphi = \frac{\Delta}{S}\rho, \quad \text{или } \varphi = \arcsin\frac{\Delta}{S},$$

где $\Delta = l - l_1$.

Все работы по ориентированию шахт должны выполняться независимо дважды. В случаях проходок в стесненных условиях, длинными «плечами» и др. производятся третья контрольная ориентировка и закрепление точек подземной плановой основы после проходки первых 50—100 м тоннеля.

1.27. Высотной основой для определения глубины заложения коллекторных тоннелей или футляров служат реперы и марки городской или государственной геодезической сети, указанные в схеме разбивки, входящей в состав проектной технической документации, а также рабочие реперы, закладываемые проектно-изыскательской организацией для выполнения данных работ.

Создание высотной основы должно быть проконтролировано проложением хода нивелирования IV класса или технического нивелирования. Вместе с контролем созданной основы производят сгущение реперов по трассе, с тем чтобы имелась возможность передавать отметки в шахту или котлован с двух рабочих реперов, расположенных от шахты (котлована) на расстоянии не более 300 м.

Передача отметок в шахту (котлован) производится от двух реперов — построенных или временных (рабочих). За исходный принимается ближайший к шахте репер; передачу отметки от второго репера выполняют для контроля.

Передачу отметок на дно котлована осуществляют с помощью двух нивелиров, рейки и рулетки.

Способ передачи отметок должен обеспечить требуемую точность, определенную проектом производства маркшейдерских работ.

В измеренное значение превышения должна быть введена поправка Δh:

$$\Delta h = \Delta_к + \Delta_t,$$

где $\Delta_к$ — поправка за компарирование рулетки,

Δ_t — поправка за разность температур компарирования и измерения рулеткой

$$\Delta_t = 0{,}012\, L(t - t_0),$$

где L — длина рабочей части рулетки,

t_0 — температура рулетки в момент измерения,

t — температура рулетки в момент компарирования.

2. ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СООРУЖЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАЗЕРНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

Построение опорной линии заданного уклона

2.1. Построение линии заданного уклона с использованием лазерного теодолита может быть выполнено следующими способами

1. По проектному уклону находят соответствующий этому уклону угол. Устанавливают лазерный теодолит в начальной точке линии, приводят его в рабочее положение и при необходимости определяют место нуля вертикального круга. Зная заданный (проектный) угол наклона и место нуля, рассчитывают установочный отсчет по вертикальному кругу Излучателю придают такой наклон, при котором отсчет по вертикальному кругу равен отсчету, рассчитанному при пузырьке уровня при вертикальном круге, приведенном в нуль-пункт При этом пучок излучения создаст в пространстве опорную линию, параллельную проектной

При необходимости закрепления линии на местности по рейке (рис. 7), установленной в точке B, берут в центре лазерного пятна отсчет. Зная проектную отметку точки B и отметку земли, вычисляют вертикальное расстояние c между проектной линией и параллельной ей лазерной линией по формуле

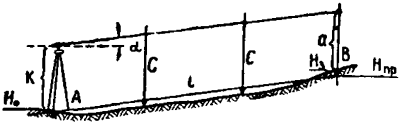

Рис. 7. Построение на местности линии заданного уклона с использованием лазерного теодолита

$$c = a + (H_з - H_{пр}),$$

где a — отчет по рейке в точке B;

$H_з$, $H_{пр}$ — соответственно отметка поверхности земли и проектная отметка в точке B.

Если проектная отметка точки неизвестна, ее вычисляют по формуле

$$H_{пр} = H_0 \pm id,$$

где H_0 — проектная отметка начальной точки линии A;

L — проектный уклон линии;

d — горизонтальное расстояние между начальной и конечной точками линии.

Вычислив значение c, устанавливают в створе линии колья. На каждый кол поочередно ставят рейку и забивают кол в землю до тех пор, пока след лазерного луча на рейке не совпадет с отсчетом, равным c. Рассмотренный способ целесообразно применять для построения на местности линии со значительными проектными уклонами.

2. Определяют плановое положение и закрепляют на местности кольями или металлическими штырями начальную A и конечную B точки проектной линии. Геометрическим нивелированием определяют отметки этих точек. Затем устанавливают лазерный теодолит над начальной точкой A линии, приводят его в рабочее положение и рулеткой измеряют высоту инструмента. На другом конце линии в точке B ставят рейку, на которую наводят лазерный луч. Для придания лучу проектного наклона лазерное пятно на рейке устанавливают на отсчет, вычисляемый по формуле

$$a = k - (H_B - H_A) + id,$$

где k — высота инструмента;

H_B, H_A — отметки поверхности земли соответственно у конечной и начальной точек линии.

После наведения центра пятна на отсчет a ось пучка излучения лазерного теодолита займет положение, параллельное проектной линии с заданным уклоном.

При необходимости закрепить линию на местности ставят рейку на колья в промежуточных точках линии AB, забивая колья в землю до такого положения, когда центр лазерного пятна на рейке установится на отсчет, соответствующий вертикальному расстоянию между ориентированным лучом и проектной линией. Этот отсчет вычисляют по формуле

$$c = k + (H_A - H_B).$$

3. Используя метод геометрического нивелирования, выносят в натуру проектные отметки крайних точек линии AB и закрепляют их кольями. Над точкой A устанавливают лазерный теодолит, приводят его в рабочее положение и измеряют высоту инструмента k. На другом конце линии на точку B ставят рейку и наводят на нее лазерный луч. Поворачивая излучатель в вертикальной плоскости, наводят центр лазерного пятна на отсчет по шкале рейки, равный высоте прибора k. При этом луч лазера создает в пространстве опор-

ную линию с заданным уклоном. Устанавливая рейку на колья в промежуточных точках линии и забивая каждый из кольев в землю на такую глубину, чтобы центр пятна совпал с отсчетом, равным высоте прибора k, закрепляют разбиваемую линию на местности.

В случае, если высоту прибора измерить невозможно, лазерный теодолит устанавливают в створе линии на некотором расстоянии от одной из вынесенных в натуру точек. На крайние точки линии ставят рейки, наводят на них луч и поворачивают излучатель в вертикальной плоскости до получения на рейках одного и того же отсчета c. Затем в створе линии AB забивают колья, как указано выше.

2.2. Построение линии заданного уклона с использованием лазерного нивелира может быть выполнено следующими способами.

Отметки начальной и конечной точек линии выносят в натуру методом геометрического нивелирования и закрепляют кольями, забиваемыми на такую глубину, чтобы верх кольев был на заданных отметках. Затем в створе линии устанавливают лазерный прибор и наклоняют излучатель в такое положение, при котором отсчеты в центре пятна по рейкам, установленным на забитых в концах линии кольях, будут одинаковыми. При этом пучок излучения обозначит опорную линию, параллельную проектной. После этого линия может быть закреплена на местности кольями, забиваемыми на такую глубину, чтобы отсчет по рейке, поставленной на кол, был равен отсчету по рейке, установленной на крайних точках.

При малых проектных углах линии построить параллельную ей лазерную опорную линию можно следующим образом. Предварительно тщательно определяют цену деления уровня нивелира. Прибор тщательно выверяют: по возможности сводят к нулю угол между осью уровня и осью лазерного пучка. По заданному значению уклона проектной линии вычисляют ее угол наклона и выражают его через число делений уровня. При этом пользуются формулой

$$n = \frac{\alpha}{\tau},$$

где n — количество делений, на которое необходимо отклонить пузырек уровня от среднего положения для придания лучу нужного угла наклона;

α — значение проектного угла наклона линии;

τ — цена деления уровня.

Лазерный нивелир устанавливают в створе проектной линии (рис. 8) и направляют луч вдоль створа. Действуя элевационным винтом, приводят пузырек уровня в положение, отклоняющееся от середины на вычисленное число делений n. При этом пучок излучения обозначит проектную линию с заданным уклоном.

Если уровень нивелира контактный, сначала устанавливают **излучатель** в горизонтальное положение, совмещают концы пузырька уровня, а затем наклоняют излучатель, смещая пузырек уровня на указанное число делений.

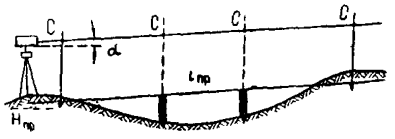

Рис. 8. Построение линии заданного уклона с помощью лазерного нивелира

С — отсчет по рейке

Для закрепления линии с заданным уклоном на местности вдоль по створу забивают колья на такую глубину, чтобы отсчеты по рейке, устанавливаемой на эти колья, были равны между собой. Если хотя бы одна точка должна иметь заданную отметку, забивку кольев начинают с этой точки, т. е с вынесения в натуру заданной отметки.

Для создания опорной линии заданного уклона наиболее удобны лазерные приборы, снабженные уклономерами, позволяющими придать излучателю заданный уклон с достаточно высокой точностью Такими приборами являются ЛВ-5 (СССР), LT-3 (США), CG-68 (ФРГ) и др Методика построения опорной линии при использовании таких приборов такая же, как и в предыдущем случае.

Если не требуется установка пучка излучения параллельно проектной линии, а нужно лишь закрепить линию заданного уклона на местности, лазерным нивелиром пользуются как нивелиром обычным.

Выносят в натуру и закрепляют кольями отметки начальной и конечной точек линии Промежуточные точки разбивают с помощью лазерного нивелира, установленного наклонно, возможно ближе к проектной линии, так чтобы два его подъемных винта расположились перпендикулярно ее направлению. Действуя третьим винтом, наклоняют нивелир, добиваясь, чтобы отсчеты в центре лазерного пятна по рейкам, установленным на кольях в концах проектной линии, были одинаковыми. Если после этого установить рейку в любой точке створа и, поднимая или опуская ее, добиться, чтобы отсчет по ней был равен отсчету на конечных точках, пятка рейки будет находиться на линии с заданным уклоном. Эту линию закрепляют кольями, забиваемыми на соответствующую глубину.

Способы геодезического контроля уклона дна разрабатываемых траншей

2 3 Для контроля уклона дна разрабатываемой траншеи применяют традиционные способы (способ визирок, способ геометрического нивелирования) и способ автоматического регулирования глубины копания траншей.

2.4. Наиболее распространенным является способ регулирования уклона по Т-образным визиркам. Они устанавливаются через 15—

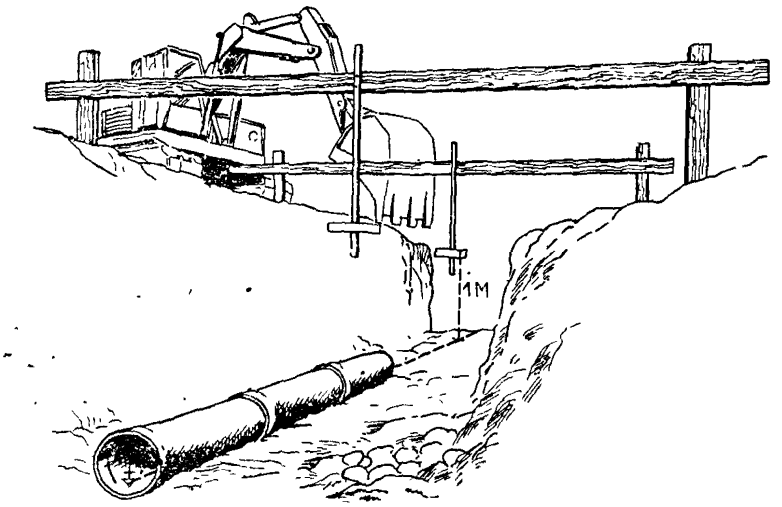

Рис 9. Отрывка траншеи с помощью визирок

20 м на линии, параллельной оси траншеи и отстоящей от нее на величину, равную половине расстояния между внутренними гранями гусениц экскаватора. Поперечные планки визирок посредством геометрического нивелирования располагают на линии, параллельной проектному дну траншеи. Машинист экскаватора контролирует глубину копания по заметке на рукояти, вертикально поставленной в проверяемой точке дна траншеи. Глубина копания может контролироваться с помощью шарнирно соединенного с рабочим органом уклоноуказателя в виде стержня, уравновешенного грузом. При отрывке траншеи уклоноуказатель должен находиться на одной линии с верхними гранями визирок. Управляя рычагами, оператор компенсирует возникающие отклонения уклоноуказателя соответствующими вертикальными перемещениями рабочего органа (рис. 9).

Способ контроля с помощью визирок трудоемок и не всегда соответствует высоким требованиям к точности отрывки траншеи с заданным уклоном. Основной недостаток описанного способа состоит в том, что точность соблюдения уклона в значительной степени зависит от внимательности и мастерства оператора. Практика показала, что, находясь на машине и подвергаясь толчкам и вибрациям, оператор быстро устает. Это приводит к снижению точности регулирования глубины копания. Кроме того, этот способ не исключает геометрического нивелирования на стадиях подготовки, зачистки дна и укладки труб.

2.5. Контроль уклона дна способом геометрического нивелирования состоит в том, что сначала на местности намечают ось траншеи, правее которой на расстоянии 1,4 м через 20 м забивают колышки.

Затем колышки нивелируют и на них указывают глубину траншеи. Дно траншеи недобирается на 5 см, так как укладка труб в траншею должна производиться на ненарушенный грунт.

Вслед за экскаватором производится контрольное нивелирование дна траншеи. Отклонение фактических отметок дна траншеи от проектных не должно превышать нормативных значений. Зачистка дна траншеи до проектных отметок производится вручную непосредственно перед укладкой труб.

2.6. Способы автоматического регулирования глубины копания траншеи и соблюдения проектного уклона можно разделить на две основные группы:

1) датчик уклона (направляющая проволока, световой луч, электромагнитный луч и т. д.) устанавливают отдельно от землеройной машины, и в течение рабочего процесса он остается неподвижным; регулируемым параметром является отклонение по высоте режущей точки рабочего органа от линии заданного уклона (неавтономные способы);

2) датчик уклона (маятник, уровень, гироскоп и т. д.) устанавливают на машине; регулируемым параметром служит угловое отклонение траектории режущей точки от заданного направления (автономные способы).

В настоящее время на всех советских экскаваторах (ЭТН-142, ЭНТ-171, ЭТЦ-202, ЭТЦ-163) и на многих зарубежных применяется система регулирования глубины копания (уклона) по копиру, в качестве которого используется тонкий тросик, натянутый над проектной линией дрены на высоте

$$k = h + H,$$

где k — высота копира над проектной линией дрены;

h — глубина траншеи;

H — высота копира над землей.

Уклон между точками подвеса троса устанавливается равным уклону дна траншеи. По данным разбивки опоры устанавливаются на высоту

$$H = k - h.$$

При работе экскаватора по тросику перемещается щуп, связанный с рабочим органом экскаватора. В случае отклонения рабочего органа от проектной линии изменяется положение щупа относительно троса, при этом вырабатывается сигнал, возвращающий щуп, а следовательно, и рабочий орган механизма в требуемое положение.

Применение тросика как копира имеет преимущества перед другими способами отрывки траншей под определенным уклоном, заключающиеся в простоте и надежности системы. Рассмотрим основные источники погрешностей этого способа.

Основной погрешностью выдерживания уклона является прови-

сание троса от собственной массы и массы следящего щупа. Величина провисания троса от собственной массы в любой точке пролета может быть найдена по формуле

$$f'_k = \frac{qx_k(l - x_k)}{2W},$$

где f'_k — величина провисания троса в точке k, находящейся от опоры на расстоянии x_k;

l — расстояние между опорами;

q — масса 1 м троса;

W — сила натяжения троса.

Величина провисания троса вследствие воздействия массы следящего щупа P определяется по формуле

$$f''_k = \frac{x_k(l - x_k)P}{Wl}.$$

Сложив правые части выражений, определяющих f'_k и f'''_k, получим общую величину провисания троса

$$f^E_k = \frac{x_k(l - x_k)}{W}\left(\frac{q}{2} + \frac{P}{l}\right).$$

Наибольшее провисание троса будет наблюдаться в середине пролета, когда

$$x_k = \frac{1}{2}l; \qquad f_{max} = \frac{ql^2}{8W} + \frac{Pl}{4W}.$$

Уменьшение отклонений копирного троса от проектной линии возможно за счет:

уменьшения массы 1 м (диаметра) троса μ;

уменьшения расстояния между опорами l;

уменьшения давления щупа на копир Q;

увеличения силы натяжения W.

Экскаваторы снабжаются тросиками диаметром 2,5 и 3,4 мм; разрывное усилие которых 2970 и 5660 Н. Даже при коэффициенте запаса $n=5$ натяжение этих тросиков составляет 600 и 1150 Н. Обеспечение такого натяжения затруднительно, а при усилии $W=$ $=500$ Н провисание больше, чем у тросиков меньшего диаметра. Обрывы копирного тросика бывают, как правило, в местах образования петель, помятостей и т. д. Меры предосторожности позволяют избежать нарушения формы тросика и применять тросики с небольшой собственной массой (диаметром 1,4—2 мм). Это позволяет повысить точность поддержания глубины, снижает трудоемкость работ и расход троса.

В настоящее время расстояние между опорами принимается равным 10 м, между пикетами—20 м. Уменьшение указанных расстояний хотя и эффективно, но практически неприемлемо из-за повышения трудоемкости установки троса и металлоемкости опор.

Основным способом повышения точности соблюдения проектного уклона дна траншеи является увеличение силы натяжения троса. Однако увеличение силы натяжения троса имеет определенные пределы целесообразности.

Сила давления щупа на копир Q в зависимости от вида уклоноуказателя составляет от 0,5 до 2,5 Па. При $Q<0{,}5$ Па слежение щупа за тросиком из-за вибраций, раскачки и т. п. может быть ненадежным.

Варьируя диаметр тросика, его натяжение, расстояние между опорами и давление щупа, а также учитывая проектный уклон дрены, можно обеспечить точность задания проектного уклона траншеи. В то же время возможности повышения точности задания проектного уклона и снижение трудоемкости установки тросика ограничены. Для преодоления этих ограничений целесообразно, особенно при малых уклонах дрены, применять схему использования копирного тросика с воздействием на него снизу. Это воздействие может быть осуществлено двумя способами: щупом, скользящим под тросиком, и дополнительной подвижной опорой тросика с одновременным использованием обычного верхнего щупа.

Поскольку копирный трос устанавливается в стороне от оси траншеи, при движении экскаватора по неровностям вследствие поперечного наклона возникают дополнительные погрешности в уклоне дна траншеи. Поэтому для обеспечения отрывки эскаватором траншеи с проектным уклоном предварительно необходимо спланировать трассу траншеи.

Этот способ контроля уклона траншей может быть усовершенствован путем замены щупа с контактной коробкой рамкой потенциометра. В этом случае регулирование осуществляется более точно и плавно. Другое усовершенствование заключается в замене проволоки нейлоновой струной, натянутой с заданным уклоном на высоте 0,3 м от поверхности земли. Сила натяжения, измеряемая специальным динамометром, равна 36 кг. Сила давления рамки потенциометра на струну составляет 0,08 Па. Положение струны контролируется установленными вдоль нее колышками.

Вместе с достоинствами рассматриваемого способа обеспечения отрывки траншеи с заданным уклоном и возможностями его совершенствования способ обладает рядом недостатков: большим объемом подготовительных геодезических работ, связанных с установкой троса; необходимостью предварительной планировки трассы траншеи; низкой точностью соблюдения задаваемого уклона.

При дистанционном регулировании уклона направляющей линией может служить визирная ось оптического инструмента, параллельная линии проектного дна траншеи. В этом случае отпадает необходимость установки визирок или направляющей проволоки. Предварительные работы ограничиваются установкой нивелира в начале трассы и рейки в конце ее. Оператор следит в нивелир, чтобы фик-

сированная точка, расположенная на постоянной высоте над режущей кромкой рабочего органа, оставалась на визирной линии. При отклонении от нее оператор с помощью радиопередатчика или электрического кабеля передает сигналы управления приемному или усилительному устройствам, установленным на тракторе. Усиленный сигнал воздействует на механизм управления рабочим органом, заставляя его отрабатывать возникшее отклонение.

При дистанционном управлении оператор не подвергается влиянию шума, толчков и вибраций и ему легче выполнять свои функции. Наибольшую экономию труда за счет сокращения объема предварительных работ дает применение дистанционного регулирования уклона в условиях ровного рельефа, где траншеи проектируют с одинаковым по всей длине уклоном. Если уклон по длине траншеи необходимо менять, число необходимых стоянок нивелира увеличивается и процесс становится более трудоемким.

2.7. Среди неавтономных систем наиболее широкое применение нашел прибор управления лучом (ПУЛ), разработанный в 1961 г. в Ленинградском институте точной механики и оптики.

Прибор позволяет дистанционно управлять глубиной копания землеройных машин, в частности траншеекопателя, для прокладки дрен. Система ПУЛ имеет направляющую и приемную станции. Направляющая станция (прожектор) формирует луч с небольшим углом расходимости (1°10′). Луч, выходящий из прожектора, разделен оптически на две части, модулированные различными частотами. Кроме этого, в двух плоскостях луч делится на три части, каждая из которых модулирована частотами f_1, f_2, f_3 соответственно. Прожектор устанавливается в 35—40 м от начала закладки траншеи так, чтобы равносигнальная зона была направлена с уклоном, который должна иметь дрена.

Приемная станция включает в себя фотоприемник, усилитель и пульт управления. Фотоприемник монтируется над режущей кромкой рабочего органа. Если объектив фотоэлемента, соединенного с рабочим органом, находится на оси прожектора, в него попадают одинаковые количества энергии, модулированной частотами f_1 и f_2 (при управлении в одной плоскости). При смещении объектива вверх или вниз появляется сигнал рассогласования, обусловленный преобладанием светового сигнала той или иной частоты.

Сигнал с фотоэлемента поступает в широкополосный усилитель, затем в селекторный каскад, имеющий два контура, остро настроенных на частоты f_1 и f_2. Разделенные по частотам сигналы выпрямляются и сравниваются в мосте, откуда разностный сигнал идет в выходной усилитель и далее на исполнительный привод машины, который перемещает рабочий орган и наводит ось объектива фотоприемника на ось луча, а следовательно, и рабочий орган машины на проектную отметку.

Точность работы ПУЛов зависит от ширины равносигнальной

зоны (РСЗ), которая увеличивается с расстоянием и может достигать ширины 3—5 см, от возможного систематического «ухода» луча вследствие температурной деформации корпуса передатчика, от погрешностей, обусловленных турбулентными движениями воздушных масс (особенно в жаркую погоду при низком расположении луча над поверхностью земли).

Приборы ПУЛ можно применять для управления землеройными машинами, имеющими гидравлическую систему управления рабочим органом. К числу недостатков автоматизированной системы ПУЛ относится несогласованность технических данных ПУЛов с гидравлической системой землеройных машин. Так, изменение направления движения рабочего органа «висящего» луча вверх или вниз происходит с частотой до двух переключений в 1 с, что составляет несколько тысяч переключений в 1 ч, т. е. 15—20% общего ресурса переключений гидравлической системы.

2 8. Бескопирные (автономные) системы автоматического регулирования могут быть разомкнутыми и замкнутыми, т. е. иметь устройства, контролирующие правильность выполнения рабочим органом получаемых команд. Применение автономных систем почти полностью исключает трудоемкие операции по нивелировке трасс и установке направляющих устройств. Датчиками в автономных системах могут служить маятник и гироскоп. Гироскопические устройства позволяют регулировать глубину с точностью 2 см, уклон — с точностью 0,001

Недостатком автономных систем регулирования уклона является то, что по мере продвижения машины возможно накопление погрешностей по высоте. Поэтому к точности и устойчивости работы автономных систем предъявляются повышенные требования. Увеличение точности регулирования достигается введением обратной связи. Устойчивость работы системы можно повысить применением так называемой плавающей навески рабочего органа.

Известны результаты испытания автоматического регулятора уклона с маятниковым датчиком. Установлено, что существует зависимость между уклоном дна траншеи и наклоном рамы роторного колеса Угол наклона рамы был принят в качестве регулируемого параметра. Датчик, выполненный в виде маятника длиной 0,9 м и массой 16 кг, помещен в сосуд, залитый демпфирующей жидкостью. Он устанавливается на раме землеройной машины.

При отклонении угла наклона рамы от заданного маятник включает один из микровыключателей, расположенных по обе стороны стержня. Всего имеется две пары выключателей для быстрой и медленной коррекции.

Точность соблюдения уклона зависит от точности и своевременного действия автоматического устройства, а также от типа и параметров землеройной машины.

В настоящее время создано оборудование для автоматического

управления землеройными машинами, использующее лазерные геодезические приборы. Использование опорного лазерного луча позволяет контролировать глубину и уклон разрабатываемой траншеи практически непрерывно.

Использование лазерного визира при укладке трубопроводов

2.9. Для укладки трубопроводов может быть успешно использован лазерный визир ЛВ-5.

Лазерный визир ЛВ-5 предназначен для задания и разбивки створов, нивелирования, а также для управления строительными механизмами. Этот прибор создан на базе гелиево-неонового лазера ОКГ-13. Потребляемая мощность прибора 20 Вт, выходная 0,75 мВт, длина волны излучения 0,6328 мкм, расходимость луча 30″. Питание прибора осуществляется от сети переменного тока или от аккумуляторов напряжением 12 В. Угол поворота прибора в горизонтальной плоскости 360°, в вертикальной—20°. Для плавной и точной наводки имеются микрометренные винты, позволяющие регулировать положение прибора в диапазоне (+5°)—(—5). Цена деления отсчетных устройств винта 15″. Ось прибора приводят в отвесное положение подъемными винтами подставки по контактному цилиндрическому уровню с ценой деления 20″. Для приближенной установки прибора имеется круглый уровень.

При задании уклонов с помощью визира ЛВ-5 необходимо определять отсчет по отсчетному устройству вертикального круга (MO), соответствующий горизональному положению луча, предварительно установив вертикальную ось прибора в отвесное положение. При необходимости задания угла наклона на шкале отсчетного устройства вертикального круга устанавливают отсчет $\alpha = j + MO$.

Порядок укладки трубопроводов. В начале траншеи, на ее оси, где отметка дна соответствует проектной, устанавливается штатив с визиром ЛВ-5, закрепленным с помощью приспособления, позволяющего перемещать прибор по высоте, а также влево или вправо относительно оси трубопровода. Отметка лазерного луча в начальной точке должна равняться:

$$H' = H_{\text{пр}} + r_{\text{вн}},$$

где $H_{\text{пр}}$ — проектная отметка дна траншеи;

$r_{\text{вн}}$ — внешний радиус укладываемой трубы.

Затем на расстоянии 20—30 м от прибора фиксируется вторая точка оси трубопровода и с помощью наводящих винтов ЛВ-5 ось лазерного луча совмещается с этой точкой. Контроль за отметками дна траншеи осуществляется по нивелирной рейке. Для выдерживания требуемого уклона трубопровода центр лазерного пятна должен располагаться на отсчете, равном внешнему радиусу трубы. При ук-

ладке трубопровода на участках с различными уклонами лазерный визир устанавливают в точках изменения уклона.

Контроль укладки труб осуществляется с помощью марки, устанавливаемой на торце трубы. На марке, изготовленной из оргстекла, нанесены концентрические окружности, с центром которых при правильной укладке труб должна совпадать ось лазерного луча (рис. 10). Центрируется марка в трубе с помощью трех упорных винтов.

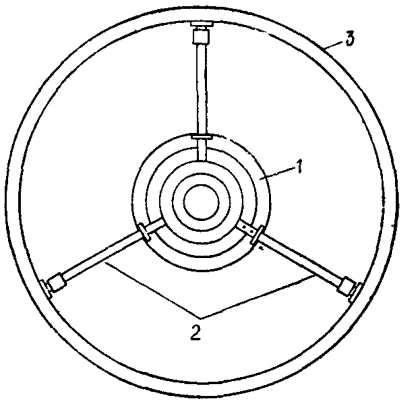

Рис. 10. Контрольная марка МТ-1
1 — марка из оргстекла; *2* — опорные винты; *3* — труба

Для плотной посадки марки в трубу расстояние от центра марки до опорной части винта должно несколько превышать внутренний диаметр трубы. Это обеспечит плотную посадку марки за счет упругой деформации пластины. Для разных диаметров труб необходимо применять различные марки или устанавливать на марке опорные винты различной длины.

При совмещении оси луча с осью трубопровода по двум контрольным точкам погрешность задания уклона без учета погрешностей исходных данных может быть определена по формуле

$$m_0 = \frac{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}{L},$$

где m_1, m_2 — средние квадратические погрешности определения положения центра луча относительно контрольных точек;

L — расстояние между точками.

Опыт показывает, что погрешность задания уклона с помощью отсчетного устройства прибора, значение которой зависит в основном от погрешности определения MO, как правило, меньше, чем при использовании контрольных точек. В этом случае по проектным уклонам необходимо заранее вычислять значение углов наклона.

Описанная методика укладки трубопроводов с использованием лазерного визира ЛВ-5 обеспечивает укладку труб с отклонением отметок последних от проектных, не превышающим 3 см.

Комплексные технологии геодезического обеспечения сооружения подземных коммуникаций с применением лазерных геодезических приборов

В ЦНИИОМТП разработаны комплексные технологии геодезического обеспечения сооружения подземных коммуникаций на основе применения лазерных геодезических приборов и комплекта унифицированных приспособлений.

2.10. Особенностью ЛГП, применяемых при сооружении коммуникаций, является возможность задавать проектные уклоны. Для этих целей разработаны лазерные уклонофиксаторы УЛ-3 и ПНЛ-1.

Прибор УЛ-3 (рис. 11) создан на базе оптического нивелира Н3 и лазера ЛГ-56. Его функциональная схема аналогична схеме прибора ПЛ-1. Дополнительным и основным модулем в это приборе является механизм задания уклонов пучку лазерного излучения, состоящий из микрометренного винта и нутромера, которые вместе крепятся на специальном кронштейне и упираются в бобину на основании зрительной трубы нивелира Н3. Установкой микрометра на заданный отсчет зрительная труба нивелира наклоняется вместе с лазерной трубкой и тем самым пучку лазера задается требуемый уклон в пределах $\pm 5°$.

Прибор ПНЛ-1 выполнен в виде самостоятельной конструкции, основное функциональное назначение которой — задание проектных уклонов. На рис. 11 показан прибор ПНЛ-1.

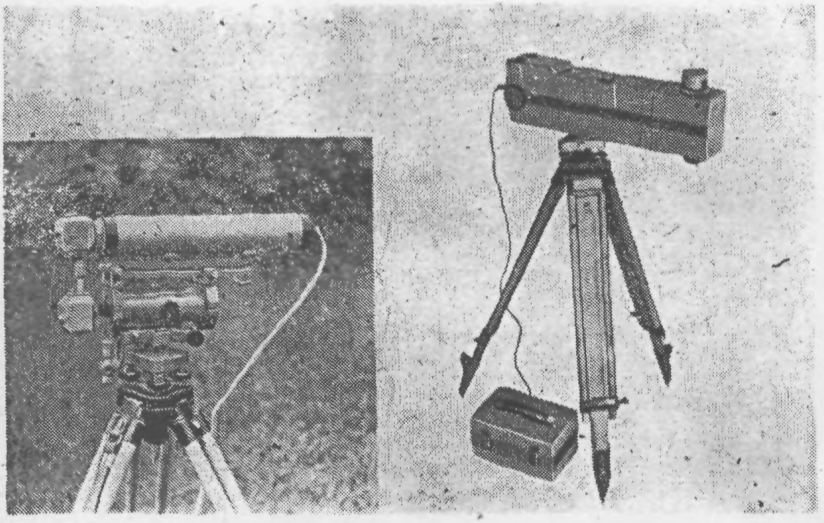

Рис. 11. Лазерные уклонофиксаторы УЛ-3 и ПНЛ-1

На корпусе прибора расположены счетчик механизма задания уклонов, выходной разъем, ручка механизма задания уклонов, винт фокусировки и цилиндрический уровень.

В приборе использован специально разработанный для него лазер «Авангард». Лазерная трубка крепится в приборе на металлической подставке, выполненной в виде лотка, которая механизмом задания уклонов может наклоняться в пределах ±12°. Пучок лазерного излучения преломляется в световодной системе и проходит через коллиматор.

При работе лазера от аккумулятора 12 В питание подводится непосредственно к прибору через разъем. Питание прибора от сети переменного тока 127 или 220 В осуществляется через блок питания.

Следует отметить, что при установке механизма задания уклонов в нулевое положение и пузырька уровня в нуль-пункт приборы УЛ-3 и ПНЛ-1 могут работать как нивелиры.

С помощью ЛГП (нивелира или уклонофиксатора) можно осуществлять управление точностью устройства трубопроводов тремя способами в зависимости от технологии строительно-монтажных работ: в подготовленной траншее между двумя предварительно вынесенными в натуру точками трассы, непосредственно за проходом экскаватора и при устройстве трубопровода методом продавливания труб.

2.11. При первом способе, согласно плану трассы, на дне траншеи разбиваются и закрепляются постоянными знаками начальная и конечная точки оси прямолинейного участка трубопровода. Над одной из этих точек устанавливается в рабочее положение ЛГП, и пучок его ориентируется по экрану контрольной марки, закрепленной над другой конечной точкой. Этим самым пучку лазера задается проектное направление оси трубопровода. Если в работе применяются такие ЛГП, как УЛ-3 или ему подобные, для задания пучку лазера проектных уклонов можно воспользоваться табл. 9, содержащей перевод делений барабана микрометра в уклоны и наоборот. Для этого микрометром на шкале барабана устанавливается уклон, выраженный в делениях шкалы барабана, а затем пузырек цилиндрического уровня прибора выводится в нуль-пункт. На этом заканчивается построение в пространстве направления и уклона трубопровода, после чего начинается монтаж его элементов по пучку лазера.

В торцах первой подготовленной к укладке секции трубопровода закрепляются рабочие марки, после чего трубоукладчик опускает ее на дно траншеи. В процессе опускания секции трубы в траншею монтажники корректируют ее положение на весу так, чтобы пучок лазера попал в центр экрана рабочих марок. В этом положении секция трубы закрепляется (при этом следят за неизменностью положения пятна пучка лазера на экранах марок), после чего из нее извлекаются рабочие марки и одна из них устанавливается в торец

Таблица 9

Перевод делений барабана вертикального микрометра в уклоны		Перевод уклонов в деления барабана вертикального микрометра	
деления барабана	уклоны	уклоны	деления барабана
5	0,0004	0,0004	5
10	0,0007	0,0005	6,7
15	0,0011	0,0006	8
20	0,0015	0,0007	9,3
25	0,0018	0,0008	10,7
30	0,0022	0,0009	12
35	0,0026	0,001	13,3
40	0,003	0,0011	14,7
45	0,0034	0,0012	16
50	0,0037	0,0013	17,3
55	0,0041	0,0014	18,7
60	0,0045	0,0015	20
65	0,0048	0,0016	21,3
70	0,0052	0,0017	22,7
75	0,0056	0,0018	24
80	0,006	0,0019	25,3
85	0,0064	0,002	26,7
90	0,0067	0,0021	28
95	0,0071	0,0022	29,3
100	0,0075	0,0023	30,7
105	0,0078	0,0024	32
110	0,0082	0,0025	33,3
115	0,0086	0,0026	34,7
120	0,009	0,0027	36
		0,0028	37,3
		0,0029	38,7
		0,003	40

следующей подготовленной к монтажу секции. В этой секции один торец ее присоединяется к ранее уложенному элементу трубопровода, а другой свободный торец с маркой, как и предыдущем случае, корректируется в процессе движения секции к ее проектному положению. По аналогии управляют точностью монтажа всех остальных элементов трубопровода.

В зависимости от условий производства строительно-монтажных работ при устройстве трубопровода и диаметра его элементов (секций) ЛГП может устанавливаться на разных высотах относительно дна траншеи или оси трубопровода. Это обусловливает применение соответствующих штативов и контрольных марок.

Наиболее простой и удобной в работе является схема (рис. 12) положения ЛГП, когда его пучок совпадает с проектным положением оси трубопровода. Для этого применяются штатив ШК-1, позволяющий изменить высоту пучка лазера в диапазоне 30—200 см в

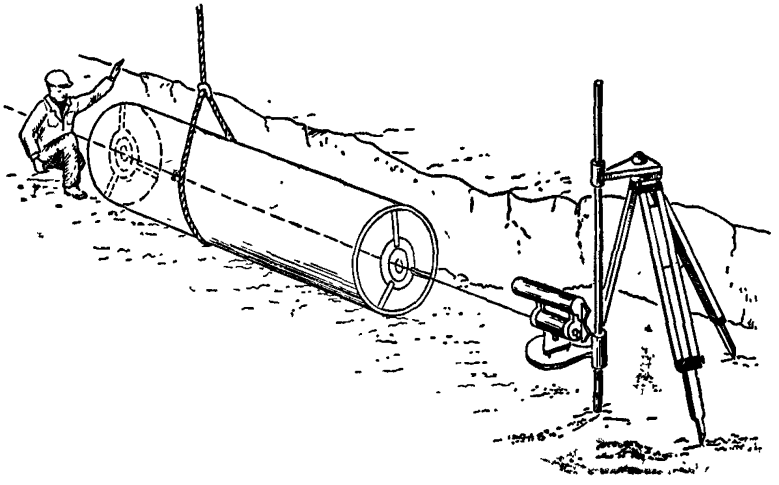

Рис. 12. Укладка трубопровода с применением лазерного геодезического прибора

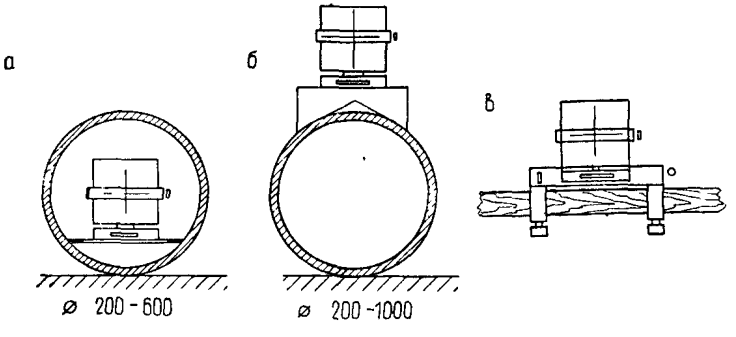

Рис. 13. Контрольные марки

а — МТ-2; *б* — МТ-3; *в* — МТ-4

зависимости от диаметра трубы, и контрольная марка МТ-1 (см. рис. 10) с тремя регулируемыми по длине упорами, расположенными под углом 120°.

Преимуществом такой марки является то, что концентрические окружности позволяют автоматически центрировать экран марки по оси трубопровода, а координатные линии — укладывать элементы трубопровода строго в проектное плановое и высотное положение.

При устройстве трубопровода большого диаметра (800—1200 мм) и в случаях, когда траншеи или смонтированные участки трубопровода залиты водой, для управления точностью монтажа его элементов используются контрольные марки МТ-2, МТ-3 или МТ-4 (рис. 13).

Учитывая, что при укладке труб измерения не производятся, на полотне экрана этих марок наносится только одна вертикальная линия, а на движке — горизонтальная линия. Это позволяет высоту пучка лазерного излучения задавать приближенно, а точно — путем перемещения движка по полотну экрана. Как видно из рис. 13, конструкции марок отличаются одна от другой только своими подставками для установки марок внутри труб МТ-2 (рис. 13, *а*), сверху на трубах МТ-3 (рис. 13, *б*) и на рейках-распорках МТ-4 (рис. 13, *в*). Для предотвращения опрокидывания на одном из концов опоры марки МТ-2 предусмотрены упоры в виде штока. В этих марках используются цилиндрические уровни при их подставках для придания основанию экранов горизонтального положения. В зависимости от положения марки (в трубе или на трубе) должен применяться соответствующий штатив для ЛГП.

При применении этих марок пучок лазерного излучения фиксируется в пространстве не по оси трубопровода, а на определенном расстоянии от нее по высоте: он может проходить ниже или выше оси трубы, внутри ее или над трубой. Единственным необходимым условием, общим для всех этих технологических схем, является установка пузырька уровня на марках в нуль-пункт перед укладкой элементов в проектное положение. При этом лазерный пучок, центр марки и линия водостока будут находиться в одной вертикальной плоскости, а следовательно, труба будет занимать проектное положение в плане и по высоте.

Простой и надежной является технологическая схема закрепления ЛГП внутри смонтированных участков трубопровода большого диаметра на штативе ШК-1 с распоркой (рис. 14).

В этом случае распорка, имеющая резиновые наконечники и выдвижной шток на одном ее конце, соединяется с вертикальной штангой зажимом и тем самым образует рамный штатив. За счет выдвижного штока длина распорки меняется в зависимости от диаметра трубы и позволяет ей жестко упираться в стенки трубы при закреплении в рабочем положении. При ослаблением зажиме штанга выставляется в отвесное положение по круглому уровню, причем в плане она должна быть смещена таким образом, чтобы при закреплении на ней прибора. пучок лазера находился в одной вертикальной плоскости с линией водостока. Когда поперечная распорка установлена горизонтально, а прикрепленная к ней вертикальная штанга занимает отвесное положение, вся рама представляет собой жестко установленный штатив для ЛГП внутри трубы. Данная схема может быть применена также и для установки ЛГП внутри колодца или в траншее. Для этого используется несколько соединяемых элементов в одной поперечной распорке или в двух параллельных распорках, что придает бо́льшую жесткость рамному штативу.

Для установки ЛГП внутри труб или сверху на трубах (рис. 15) весьма эффективно применение штатива ШК-2, конструкция опорной

плиты которого позволяют быстро и точно устанавливать прибор в рабочее положение. В обоих случаях для центрирования прибора необходимо внутри трубы построить линию водостока (проекцию оси трубопровода) на внутренней ее поверхности или вынести ось трубопровода на верх образующей смонтированного участка трубы. Эти оси фиксируются на внутренней или внешней образующей трубы в виде двух длинных рисок, удаленных одна от другой на расстояние 3—5 мм. В опорной плите штатива ШК-2 имеется отверстие, а

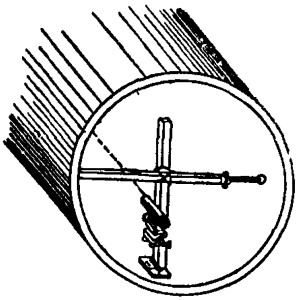

Рис. 14 Закрепление лазерного геодезического прибора внутри трубопровода на штативе ШК-1

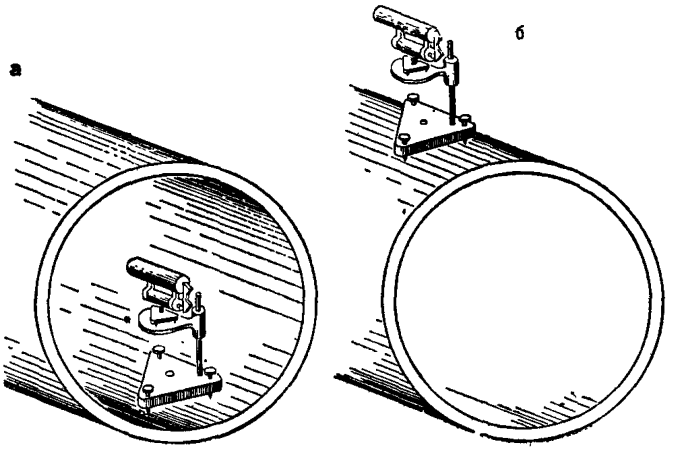

Рис. 15. Установка лазерного геодезического прибора на штативе ШК-2
а — внутри трубы; *б* — на трубе

на ее гранях — две ориентирные риски, которые находятся на одной линии, фиксирующей положение пучка лазера при закреплении ЛГП на подставке штатива. Это позволяет по одной из рисок на образующей трубы центрировать прибор и приближенно ориентировать пучок лазера по направлению другой удаленной риски. Точная ориентировка пучка лазера осуществляется микрометренным винтом прибора, с помощью которого пучок наводится на центр экрана марки, установленной над риской в противоположном конце смонтированной трубы, и после этого пучку задается проектный уклон.

Установить опорную плиту, а значит, и пучок лазера по направлению оси трубопровода можно более простым и быстрым спосо-

бом. Для этого в штативе ШК-2 подъемные винты вывинчиваются так, чтобы края нижней плоскости плиты касались внутренней поверхности трубы. Далее плита перемещается до приведения пузырька круглого уровня на консоли штатива в нуль-пункт, после чего осевые риски на торцах опорной плиты и центрировочное отверстие в ней будут находиться на линии водостока или в одной вертикальной плоскости с осью трубы.

Аналогично можно центрировать плиту по линии водостока или оси трубопровода, если прибор устанавливается сверху на трубе. Отличие лишь в том, что два боковых подъемных винта плиты ввинчиваются так, чтобы нижняя плоскость плиты не касалась поверхности трубы, при этом винты своими наконечниками будут упираться в поверхности трубы и это создаст жесткость положения плиты. Точно так же, как и в предыдущем случае, плита перемещается до приведения пузырька уровня в нуль-пункт.

2.12. Когда сооружение трубопроводов ведется одновременно с отрывкой траншеи, геодезическое обеспечение точности строительно-монтажных работ заключается в следующем.

В начале трассы трубопровода отрывается котлован, в котором закрепляется точка на его оси. Над точкой по аналогии с предыдущим способом на штативе ШК-1, штанга которого закрепляется сбоку традиционного штатива с помощью крепежной консоли, устанавливается в рабочее положение лазерный прибор *1* (рис. 16). Для задания пучку лазера проектного направления, что в данном способе является отличительной особенностью построения разбивочной оси в пространстве, на консоли-подставке в верхней части штанги закрепляется оптический теодолит *2*, который центрируется соосно с ЛГП над исходной точкой. Труба теодолита ориентируется по другой конечной точке *3*, закрепленной на дневной поверхности земли по трассе трубопровода, после чего наклоном ее в вертикальной плоскости ось трассы проектируется на стенку котлована в 5 — 6 м от лазерного прибора по ходу сооружения трубопровода. Корпус ЛГП микрометренным винтом поворачивается в горизонтальной плоскости до тех пор, пока центр пятна лазерного пучка не совпадет с проекцией креста сетки нитей оптического теодолита. Для удобства ориентирования пучка лазера в котловане на его передней стенке закрепляется временно лист белой бумаги в виде экрана *4*, на который проектируются крест сетки нитей трубы теодолита и лазерный пучок. Проектный уклон трубопровода в этом способе задается в пространстве по аналогии с предыдущим. На этом заканчивается построение в пространстве проектного направления оси и уклона трубопровода.

Технологическая схема управления точностью при последовательном сооружении трубопровода с применением ЛГП включает следующие операции (рис. 17): выравнивание дна траншеи бульдозером по пучку лазера и контрольной марке на его ноже, устройство основания трубопровода по пучку лазера и нивелирной рейке и уклад-

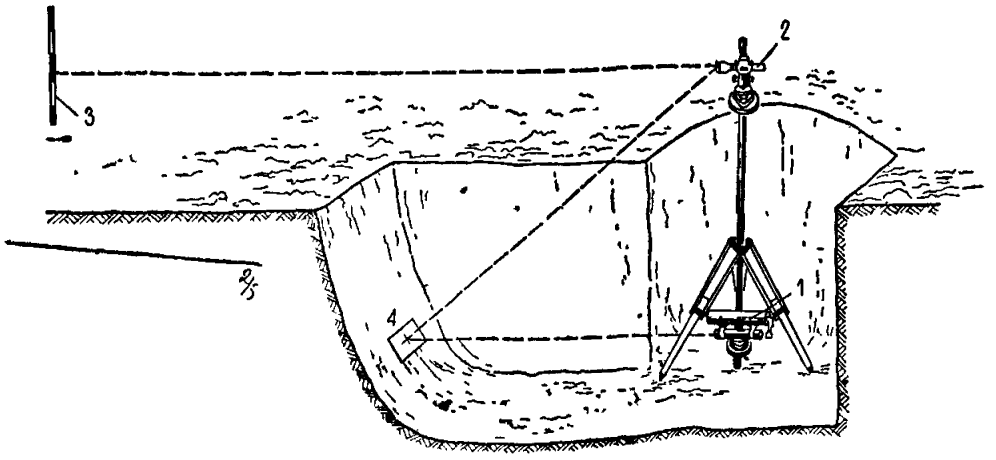

Рис. 16. Схема геодезического обеспечения устройства трубопровода с одновременной отрывкой траншеи

1 — лазерный прибор, *2*— оптический теодолит; *3*— ориентирная марка; *4*— экран

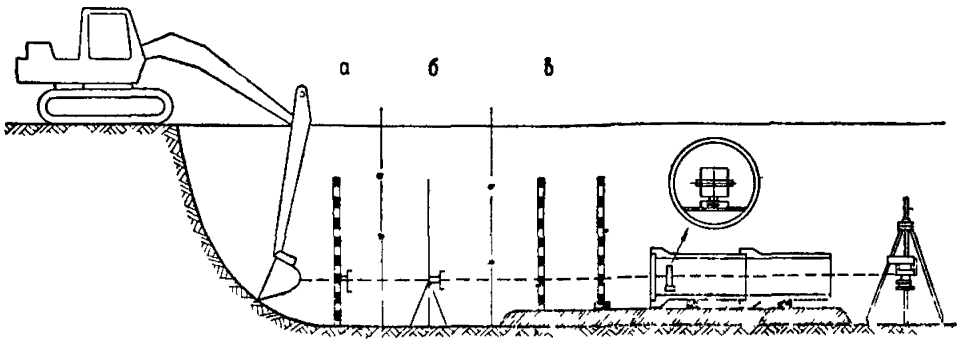

Рис. 17. Технологическая схема управления точностью при последовательном сооружении трубопровода с применением лазерного геодезического прибора

а — выравнивание дна траншеи; *б* — устройство основания; *в* — укладка сборных элементов

ка сборных элементов трубопровода по аналогии с предыдущим способом (см рис. 16)

2 13 Особенности геодезического обеспечения при сооружении коммуникаций методом продавливания труб с применением ЛГП заключаются в следующем (рис. 18).

ЛГП закрепляется на специальной стойке, зацементированной в почву ниже дна шахты, т. е. изолированной от дна для исключения влияния возможных упругих деформаций его на положение прибора. К стойке прикрепляется консоль-подставка для установки прибора. Консоль имеет свободу перемещений в горизонтальной плоскости и по вертикали. Установленный прибор ориентируется по створу, образованному двумя отвесами, которые подвешиваются в пазах балки шахты соосно с направлением трассы. Проекции пятна лазерного

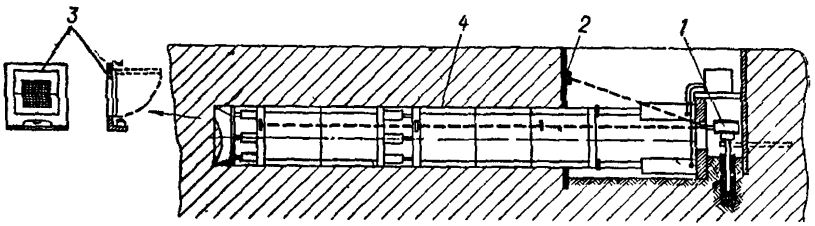

Рис. 18. Устройство трубопровода методом продавливания
1 — лазерный прибор; *2* — ориентирная марка; *3* — контрольная марка; *4*— труба

пучка и нитей отвесов наблюдаются на экране. Если нити отвесов проектируются в виде одной темной линии, расположенной посередине пятна, ориентирование осуществлено правильно. Для достижения точного ориентирования пучка выполняется несколько последовательных приближений. После ориентирования пучка по оси трубопровода производят его установку по высоте.

В процессе продавливания необходимо осуществлять периодический контроль положения лазерного пучка в пространстве. Контроль стабильности направления пучка в плане осуществляется относительно вертикальной плоскости, задаваемой отвесами, а его ориентировка в этой плоскости — относительно проволоки, натянутой в пазах под проектным уклоном.

При укладке трубопроводов методом их продавливания через земляные сооружения точность направления движения труб можно обеспечить с помощью ЛГП в сочетании с оптической дальномерной насадкой двойного изображения ДН-04.

При этом лазерный пучок оптическим клином разделяется на два пучка: один пучок задает направление и уклон движения трубы по экрану марки в ней, а другой пучок попадает на экран марки, установленной сбоку от трассы трубопровода в 5—10 м, и по положению центра пятна пучка на ней контролируется неизменность положения опорной части пучка. Благодаря этому образуется система, позволяющая осуществлять непрерывный контроль прокладки труб методом продавливания и неизменности положения пучка лазера.

Геодезический контроль точности продавливания труб преследует две цели: определение отклонения уложенных труб и режущей кромки щита от намеченного направления; выдачу данных для последующего управления процессом продавливания.

О степени отклонения режущей кромки от проектного положения свидетельствует разность координат центра поперечного сечения лазерного пучка и центра экрана контрольной марки, устанавливаемой на оси щита. Возникающие отклонения устраняются соответствующими поворотами щита режущей кромки.

Управление процессом продавливания с помощью традиционных

методов и средств осуществляется на основе измерений, выполняемых обычно один раз в течение рабочего дня, для чего работы по продавливанию прекращаются. При использовании ЛГП ведется непрерывный контроль точности направления продавливания без прекращения строительных операций и осуществляется мгновенная коррекция направления движения трубы. Благодаря возможности постоянного контроля устраняются случаи возникновения значительных отклонений трубопроводов от проектного направления и ведутся систематические наблюдения за неупругой деформацией грунта в котловане, откуда начинается продавливание.

При использовании ЛГП для укладки трубопроводов необходимо учитывать влияние внешних условий на положение луча лазера. Возможны искажения положения луча лазера в пространстве, обусловленные влиянием рефракции. Отклонения пучка могут вызываться, в частности, парами обмазки труб и выхлопными газами насосов или трубоукладчика. Рефракция особенно заметна в трубах небольшого диаметра (150—200 мм), а поэтому чем больше длина укладываемых труб и чем меньше их диаметр, тем хуже условия для работы с ЛГП

Расчет точности геодезических построений, выполняемых при устройстве коммуникаций

2.14. Точность проектного положения сборного элемента железобетонного трубопровода определяется нормируемыми допусками на его длину, диаметр, толщину стенок, перекос стыкуемых торцов, смещения относительно разбивочных осей и горизонтов, а также взаимные смещения смежных элементов. Эти допуски являются составляющими параметрами технологической РЦ, в которой по допуску замыкающего параметра на основе обратной задачи можно рассчитать точность геодезического построения в пространстве проектных осей и уклонов трубопроводов.

Общий сдвиг m_0 конечной или промежуточной точки трубопровода можно разложить на две составляющие: поперечный сдвиг m_q в горизонтальной плоскости по направлению, перпендикулярному оси трубопровода, и вертикальный сдвиг m_i характеризующий величину отклонения элемента трубопровода по высоте.

Соотношение поперечного и вертикального сдвигов элементов трубопровода представим в виде

$$m_q / m_i = U, \tag{1}$$

или

$$m_q = Um_i ; \quad m_i = \frac{1}{U} m_q . \tag{2}$$

Так как дисперсия общего сдвига

$$m_0^2 = m_q^2 + m_i^2, \tag{3}$$

после подстановки в выражение (3) значения m_l из (2) получим

$$m_0^2 = m_q^2 + \frac{1}{U^2} m_q^2,$$

откуда

$$m_q = \frac{m_0 U}{\sqrt{U^2+1}}. \tag{4}$$

Переходя к предельным погрешностям, будем иметь

$$\Delta_q = \frac{\Delta_0 U}{\sqrt{U^2+1}}. \tag{5}$$

Подставим в левую часть выражения (5) значение Δ_q, полученное в общем виде для выходного параметра РЦ трубопровода:

$$t m_q \gamma = \frac{\Delta_0 U}{\sqrt{U^2+1}},$$

откуда

$$m_q = \frac{\Delta_0 U}{t\gamma\sqrt{U^2+1}}. \tag{6}$$

Но средняя квадратическая погрешность смещения лазерного пучка $m_q^л$ находится с погрешностью m_q в соотношении $m_q^л = k m_q$, причем $k < 1$. Тогда, используя это соотношение, из выражения (6) получим окончательную формулу для предрасчета необходимой точности геодезических построений в плане по лазерному пучку при устройстве трубопроводов:

$$m_q^л = \frac{k\Delta_0 U}{t\gamma\sqrt{U^2+1}}. \tag{7}$$

По аналогии с предыдущим получена формула для предельной погрешности уклона трубопровода

$$\Delta_i = \frac{\Delta_0}{\sqrt{U^2+1}}. \tag{8}$$

Исходя из теоретических положений, выразим допуск на выходной параметр РЦ Δ_i через допуск на входной ее параметр Δ_i', длину элементов трубопровода l и число их n. Тогда

$$\Delta_i = \Delta_i' l\sqrt{n}. \tag{9}$$

Примем соотношение между допуском на геодезические построения уклона трубопровода $\Delta_{г.п}$ и допуском Δ_i' как $\Delta_{г.п}' = k m_i^л$ (где $k < 1$). Учитывая, что $\Delta_{г.п} = t m_i$, получим

$$\Delta_i = \frac{t m_i^л l\sqrt{n}}{k}. \tag{10}$$

Приравняв правые части выражений (8) и (10), получим окончательную формулу средней квадратической погрешности построения проектного уклона трубопровода по пучку лазера:

$$m_i^{л} = \frac{k\Delta_0}{tl\sqrt{n(U^2+1)}}. \qquad (11)$$

В формулах (9) и (11) величины Δ_i, Δ'_i и $m_i^{л}$ выражаются в тысячных долях процента.

Таким образом, используя формулы (7) и (11), можно производить предрасчет необходимой точности построения направления и уклона самотечных трубопроводов с помощью ЛГП.

В случаях независимых и зависимых погрешностей выноса в натуру отметок, фиксирующих заданный уклон трубопровода, средние квадратические погрешности построения уклона определятся соответственно из выражений:

$$m_i^{л} = \frac{m_н\sqrt{2}}{S_{1-2}}; \qquad (12)$$

$$m_i^{л_1} = \frac{m_н}{S_{1-2}}\sqrt{2(1-r_{н_{1,2}})}, \qquad (13)$$

где $m_н$ — средняя квадратическая погрешность выноса в натуру отметок H_1 и H_2, фиксирующих уклон линии *1—2* (здесь $m_{H_1}=m_{H_2}$);

S_{1-2} — расстояние между конечными точками линии *1—2*

$r_{H_1,2}$ — коэффициент корреляции между оценками m_{H_1} и m_{H_2}.

Обозначим относительное расхождение между оценками $m_i^{л}$ и $m_1^{л_1}$ через $m_i^{л_1}$.

$$\eta = \frac{m_i^{л}}{m_i^{л_1}}. \qquad (14)$$

Для расстояний S между конечными точками, фиксирующими уклон линии, 20, 40, 60 и 80 м относительное расхождение между исследуемыми оценками составило соответственно 0,60, 0,25, 0,14 и 0.

Из этого следует, что предрасчет точности построения проектного уклона по формуле (12) приводит к завышенным результатам, а относительные расхождения средних квадратических погрешностей $m_i^{л}$ и $m_i^{л_1}$ для расстояний $S<60$ м являются настолько существенными, что при предрасчетах точности построения уклонов необходимо учитывать корреляцию между ошибками отметок точек, фиксирующих проектный уклон трубопровода.

Полученные выводы особенно важны при применении ЛГП типов УЛ-3, ПНЛ-1, ЛВ-5М, позволяющих с помощью специального механизма задавать пучку лазера проектный уклон трубопровода без

выноса в натуру отметок промежуточных точек его, как это имеет место в традиционной технологии. Поскольку проектный уклон строится по одному и тому же лазерному пучку при одном и том же его положении, есть все основания полагать, что имеет место сильная корреляция между оценками m_{H_1} и m_{H_2}, а следовательно, при предрасчетах точности построения уклонов по формуле (11) необходимо учитывать эту корреляцию.

3. ИСПОЛНИТЕЛЬНАЯ СЪЕМКА ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Общие положения

3.1. При осуществлении технического надзора в процессе приемки работ организация-заказчик (застройщик) до засыпки траншей и котлованов должна производить исполнительную съемку построенных подземных коммуникаций и сооружений для проверки их фактического планового и высотного положения с нанесением их на генеральный план строительной площадки.

Исполнительную съемку выполняют в масштабах рабочих чертежей (1:500, 1:1000). Выбор масштаба зависит от густоты размещения и сложности подземных коммуникаций.

Съемка подземных коммуникаций производится на основе опорной геодезической сети существующего или вновь создаваемого планово-высотного обоснования. Точность обоснования должна соответствовать требованиям съемок при определении масштаба. При создании съемочного обоснования должны соблюдаться требования «Инструкции по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500» (ГУГК, 1973).

Съемка элементов подземных коммуникаций производится методами и средствами, принятыми для плановой и высотной съемок. Могут применяться их сочетания с аэрофототопографическими и фототеодолитными методами.

В организационном и техническом отношениях исполнительную съемку подземных инженерных сетей целесообразно производить совместно со съемкой новых зданий и сооружений: съемка производится одним и тем же персоналом, на базе одной и той же геодезической основы, хотя и в разное время.

Для производства исполнительных съемок вновь строящихся зданий и сооружений в крупных городах, а также в населенных пунктах с интенсивным гражданским строительством при главных архитектурных управлениях и управлениях горисполкома создаются специальные производственные геодезические подразделения — отделы исполнительных съемок. На них возлагаются все работы по перенесению осей зданий и сооружений, подземных сетей в натуру, а также исполнительная съемка возведенных объектов.

В условиях строительства промышленных объектов (заводов, предприятий и т. п.) производство исполнительной съемки возлагается на подрядчика (строительную организацию) или по договоренности с подрядчиком — на заказчика.

Для районов с небольшим объемом строительства, где создание местных отделов исполнительных съемок нецелесообразно, выполнение исполнительных съемок возлагается на производителя работ, а контроль за их качеством — на местную геодезическую службу (поселковую, районную или областную).

3.2. Производство съемок включает в себя следующие виды работ:

выяснение наличия геодезической основы и восстановление планово-высотного съемочного обоснования на участке,

съемку и нивелирование элементов инженерных сетей и сооружений,

составление исполнительных чертежей и планов.

Независимо от вида подземной прокладки снимаются колодцы, камеры и люки, углы поворота, точки на прямолинейных участках по оси подземной сети не реже чем через 50 м, места изменений уклонов коммуникаций и диаметров труб, места присоединений и ответвлений.

3.3. По каждому отдельному виду подземных коммуникаций и сооружений съемке подлежат:

по водопроводу и трубопроводу специального технического назначения (нефтепроводу, мазутопроводу, маслопроводу, золопроводу и др.) — пожарные гаранты, задвижки, вантузы, аварийные выпуски, водоразборные колонки, упоры на углах поворота;

по канализации (самотечной и напорной), водостоку и дренажу — аварийные выпуски, оголовки выпусков водостока, дождеприемники, ливнеспуски, очистные сооружения на водостоках, упоры на углах поворота, здания станций перекачки, водопроводных и канализационных насосных станций;

по теплосети — компенсаторы, задвижки, неподвижные опоры, наземные павильоны над камерами, здания центральных тепловых пунктов (ЦТП);

по газопроводу — коверы, регуляторы давления, задвижки, гидравлические затворы, контрольные трубки, компенсаторы, заглушки, газораспределительные станции (ГРС);

по электрокабелю — места выходов на стены зданий и опоры, блоки и каналы по внешним габаритам, линейные и тройниковые муфты, трансформаторы, здание ТП;

по слаботочной сети — коробки, шкафы (с указанием их типа или стандарта), блоки или каналы по внешним габаритам, развертки колодцев;

по силовым кабельным сетям — колодцы, тоннели и коллекторы, трансформаторные подстанции, киоски

3.4. При расположении подземных инженерных сетей в блоках

и тоннелях снимается только одна их сторона, другая наносится по данным промеров. Выходы подземных сетей и элементы их конструкций должны быть связаны между собой или привязаны к твердым контурам застройки контрольными промерами.

При съемке кабелей в пучках замеры производятся до крайних кабелей с той или другой стороны.

Обязательной съемке подлежат все подземные сооружения, пересекающие или идущие параллельно прокладке, вскрытые траншеей. Одновременно со съемкой указанных элементов инженерных коммуникаций должна быть выполнена съемка текущих изменений.

Ширина полосы, охватываемой съемкой, устанавливается заданием, но должно быть не менее 20 м от оси прокладки.

Все снимаемые элементы подземных коммуникаций последовательно по ходу съемки нумеруются в полевых абрисах и журналах.

При исполнительной геодезической съемке средние квадратические погрешности в положении на плане точек подземных коммуникаций относительно ближайших пунктов съемочного обоснования не должны превышать 0,2 мм.

На территориях с капитальной и многоэтажной застройкой предельные погрешности во взаимном положении на плане точек близлежащих важных контуров (подземных сетей и сооружений, капитальных зданий и сооружений и т. п.) не должны превышать 0,2 мм.

3.5. Определение высотного положения обечайки колодцев относительно реперов государственных нивелирных сетей должно производиться со средней квадратической погрешностью:

0,02 м — для самостоятельных сетей с уклонами менее 0,001;

0,04 м — для самотечных сетей с уклонами более 0,001 и для напорных сетей.

Определение высотного положения трубопроводов в колодцах относительно реперов государственных нивелирных сетей должно производиться со средней квадратической погрешностью:

0,04 м — для самотечных сетей с уклонами менее 0,001;

0,05 м — для самотечных сетей с уклонами менее 0,001 и напорных сетей.

На кабельных прокладках высотные отметки верха кабеля в открытых траншеях определяют со средней квадратической погрешностью 0,04 м относительно реперов государственной сети, а на кабельных прокладках, не имеющих выходов на поверхность земли, — со средней квадратической погрешностью 0,1 м.

3.6. Основное внимание при съемках обращается на определение фактического планового и высотного положения подземных коммуникаций. Однако при этом должны быть собраны также данные, характеризующие снимаемые коммуникации: назначение, конструкция, материал труб, колодцев, количество прокладок, число каналов, размеры труб и каналов, давление в газовых и напряжение в кабельных сетях и т. д.

Плановая съемка

3.7. Плановое положение всех подземных коммуникаций и относящихся к ним сооружений может быть определено:

на застроенной территории — от четких точек капитальной застройки относительно пунктов опорной геодезической сети или точек съемочного обоснования;

на незастроенной территории — с точек съемочного обоснования или с пунктов опорной геодезической сети;

в проходном коллекторе, засыпанном землей, — с точек теодолитного хода, проложенного внутри коллектора.

3.8. Если в процессе строительства пункты съемочного планового и высотного обоснования уничтожены, для производства исполнительной съемки прокладывают, как правило, специальные (исполнительные) теодолитные и нивелирные ходы, которые привязывают к пунктам городской или государственной геодезической сети. Сеть исполнительных теодолитных ходов создают также при отсутствии твердых контурных точек (зданий, сооружений и т. п.).

При отсутствии плановой геодезической основы и большого числа контуров теодолитные исполнительные ходы прокладывают непосредственно по линии подземной прокладки (трубопровод, кабель), измеряя теодолитом углы поворота прямых участков трассы, а оптическим дальномером или рулеткой — расстояние между углами поворота и видимые элементы кривых (тангенсы и биссектриса), которые обеспечивают нанесение трассы на план исполнительной съемки. Привязка такого теодолитного хода производится не менее чем к двум твердым контурам.

При определении планового положения подземных коммуникаций, если позволяют условия, теодолитные ходы прокладывают по дну траншей.

3.9. Для определения планового положения элементов подземных коммуникаций применяют следующие способы съемки:

линейных засечек от трех твердых точек, расположенных на расстояниях, не превышающих длину мерного прибора. Углы между смежными направлениями засечек у определяемой точки должны быть не менее 30 и не более 120° (рис. 19);

перпендикуляров с применением эккера. Способ применяется при съемке коммуникаций, вдоль которых проложен теодолитный ход. Длины перепендикуляров должны быть не более 4 м, в противном случае положение определяемой точки контролируется засечкой; длины засечек должны быть не более 20 м;

створов между твердыми контурами без измерения расстояний или с измерением их (рис. 20). Створы могут строиться по продолжению контура зданий между четкими контурными точками. Допустимая длина створа по продолжению контура не должна превышать половины исходной стороны, но не более 60 м;

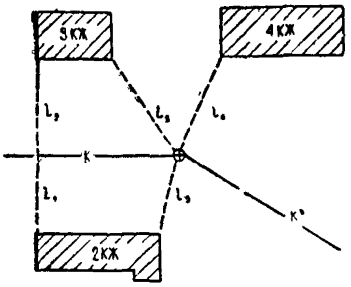

Рис. 19. Съемка канализационного колодца линейными засечками, трубопровода — промерами по створу

l_1—l_5 — измеряемые расстояния; ✱ — трасса коммуникации

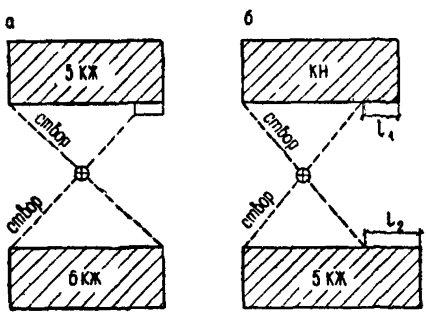

Рис. 20. Съемка канализационных колодцев

а — без измерения расстояний; *б* — с измерением расстояний

полярных координат. Способ применяется при значительном удалении коммуникаций от пунктов съемочного обоснования, главным образом на незастроенной территории;

промеров вдоль трассы подземной коммуникации или промеров по створу между твердыми контурами (точками съемочного обоснования) с определением точек поворота трассы коммуникации другими способами;

комбинированный, являющийся сочетанием способов, названных выше.

Съемка полярным способом может выполняться также со вспомогательных точек, определенных линейными засечками. В этом случае ориентирование лимба теодолита выполняют по направлению на твердую точку, отстоящую от инструмента не менее чем на 50 м. Расстояние для определяемой точки должно быть не более 30 м при съемке в масштабе 1:500, 40 м — в масштабе 1:1000 и 60 м — в масштабе 1:2000.

Линейные измерения выполняются стальными лентами или рулетками. Применение тесмяных рулеток запрещено. Расстояния до контуров не должны превышать значений, указанных в табл. 10.

При значительном (более 1 м) заглублении снимаемых элементов подземных сооружений вынос оси подземных коммуникаций на по-

Таблица 10

Измерения	Расстояние, м
Мерной лентой или рулеткой	120
Нитяным дальномером	40
Оптическим дальномером	80

верхность выполняется с помощью отвеса, прикрепленного к вешке или доске, укладываемой поперек траншеи. Оси подземных коммуникаций могут выноситься на поверхность земли с помощью вешки или рейки.

При съемке колодцев и камер производится обмер внутреннего и внешнего габаритов сооружения, его конструктивных элементов, определяется расположение труб и фасонных частей с привязкой к отвесной линии, проходящей через центр кромки колодца. При этом должны быть установлены назначение, конструкция колодцев, камер, распределительных шкафов, характеристика имеющейся в них арматуры.

Для газовых и тепловых сетей фиксируется расположение стыков относительно люков колодцев или камер с указанием типа стыка.

Результаты измерений заносятся в абрис, где делаются зарисовки в плане, в сочетании со схемой прокладываемого теодолитного хода, показываются привязки к капитальной застройке, линейные размеры сооружения, сечения и т. д.

3.10. Съемка подземных инженерных коммуникаций, проложенных способом щитовой проходки, выполняется с пунктов опорной геодезической сети или пунктов съемочной сети, расположенных в непосредственной близости от трассы тоннеля (не более 100 м от шахтных стволов буровых скважин).

При отсутствии в районе строительства коллекторного тоннеля пунктов геодезической сети необходимой точности сеть создается вдоль трассы тоннеля с помощью полигонометрических и нивелирных ходов.

Требования к подземной геодезической сети при строительстве коллекторных тоннелей приведены в табл. 11.

Таблица 11

Расстояния между шахтными стволами, м	Требования к плановой сети					
	средние квадратические погрешности		длина линии, хода сторон, м			относительная средняя квадратическая погрешность измерения сторон хода
	ориентирования начальной стороны хода	измерения углов	минимальная		максимальная	
			на кривых	на прямых		
До 200	45"	35"	40	40	160	1 : 1500
200—400	22	15	40	70	140	1 : 2500
400—600	15	8	40	80	150	1 : 3000
600—800	11	5	40	85	160	1 : 3500

Примечание. При длине интервала свыше 800 м точность угловых и линейных измерений определяется из расчетов.

При сдаче коллекторных тоннелей по каждому строительному объекту в составе рабочих чертежей представляется разбивочная схема главных осей коллекторного тоннеля с элементами кривых (радиусы, углы поворота, начало и конец кривой и т. д.).

В период строительства тоннелей следует вести журнал геодезическо-маркшейдерского контроля.

3.11. Съемка характерных точек (элементов) коммуникаций обязательно сопровождается габаритными обмерами и контрольными измерениями расстояний между снятыми точками. Обмеры внутренних габаритов колодцев выполняются с точностью ±10 мм. Диаметры труб измеряются с точностью 10 мм.

Типовые колодцы и камеры обмеру не подлежат, а определяются лишь их внецентренность и ориентировка. Внецентренность колодцев определяется, как правило, с помощью отвесов или рейки.

У колодцев, имеющих крышки в виде окружностей, определяется положение центра крышки, а у люков и решеток прямоугольной формы снимаются два угла.

Высотная съемка

3.12. Положение подземных инженерных коммуникаций по высоте определяется относительно пунктов съемочного обоснования соответствующего класса точности по результатам технического нивелирования в соответствии с требованиями СН 212-73

При разреженном высотном обосновании вдоль трассы прокладывается нивелирный ход. При наличии густой сети реперов проложение нивелирного хода не обязательно. В этом случае нивелирование элементов подземных коммуникаций производится отдельными станциями с привязкой к двум реперам.

Определение отметок элементов коммуникаций от условного начала запрещается.

При глубинном заложении подземных коммуникаций, когда определение высот элементов подземных коммуникаций не может осуществляться непосредственно нивелирной или глубинной рейкой, высоты этих точек определяют по данным измерения вертикального расстояния от элемента до кольца колодца, на который передана отметка.

Нивелированием определяются высоты пола и верха коллектора, верха и низа кабельной канализации в пакетах (блоках), верха бронированного кабеля, верха трубопроводов, бровки траншей в характерных местах, углов поворота и точек изменения уклонов подземных коммуникаций, обечаек люков и всех остальных точек, снятых в плане. В канализации (фекальной и ливневой), дренаже и других самотечных трубопроводах нивелируются лотки труб. Кроме того, определяются высоты элементов всех существующих инженерных коммуникаций, вскрытых в траншеях при строительстве.

Для нивелирования рекомендуются двусторонние шашечные рейки с круглым уровнем. Расхождение в превышениях, полученных по черным и красным сторонам реек, для каждой станции не должно превышать ±5 мм. Расстояние от инструмента до реек не должно быть более 100 м. Высоты временных реперов или точек плановой съемочной сети определяются как связующие точки нивелирного хода. Их нивелировка как промежуточных точек не допускается.

Составление и оформление исполнительной документации

3.13 По результатам съемки подземных коммуникаций составляется исполнительный чертеж, который является документом, определяющим тип, конструкцию, плановое и высотное местоположение проложенных подземных коммуникаций.

Исполнительный чертеж входит в состав обязательной исполнительной документации, подготавливаемой в соответствии с действующими техническими требованиями и предъявляемой строительной организацией при сдаче в эксплуатацию законченных строительством подземных коммуникаций. Исполнительный чертеж является исходным документом при составлении планов подземных инженерных коммуникаций.

В состав исполнительного чертежа входят:

топографический план в масштабе 1:500 или 1:1000 с изображением существующих и вновь построенных подземных коммуникаций;

продольный профиль по оси построенного сооружения;

планы и разрезы колодцев (камер);

поперечные сечения коллекторов, каналов, футляров с указанием диаметров расположенных в них труб и марок кабелей;

каталог координат выходов, углов поворота и створных точек на прямолинейных участках подземных коммуникаций при производстве съемки с пунктов опорной геодезической сети и с точек съемочной сети.

3.14. Топографической основой для составления исполнительного чертежа построенных инженерных коммуникаций служат планы в масштабе 1:500—1:1000, полученные в результате выполнения исполнительной топографической съемки. Эти планы при приемке объектов в эксплуатацию являются юридическим документом, подтверждающим правильность переноса на местность проектов подземных коммуникаций, зданий и сооружений, дорог, элементов благоустройства, озеленения и вертикальной планировки территории, а также подтверждающим фактически произведенный объем строительства.

Исполнительная топографическая съемка выполняется в пределах границ участка строительства с соблюдением требований СН 212-73. Результаты съемки наносятся на оригиналы планов, хранящихся в геодезическом фонде города или предприятия.

В случаях, когда построенные подземные коммуникации принимаются в эксплуатацию по завершении работ по планировке и благоустройству территории, исполнительный чертеж составляется на топографическом плане, на котором осуществлялось проектирование с досъемкой существующей капитальной застройки, к точкам которой осуществлялась привязка этих коммуникаций.

3.15. На все подземные коммуникации, за исключением кабельных сетей, составляются исполнительные продольные профили. Они составляются по данным проведенных в натуре линейных измерений и нивелирования элементов коммуникаций.

Для характеристики положения кабельных сетей по высоте на исполнительных планах подписываются абсолютные высотные отметки в виде дроби, где над чертой — отметка земли или дорожного покрытия, под чертой — отметка верха кабеля. Абсолютные отметки выписываются также в местах изменения глубины закладки кабеля и изменения профиля поверхности трассы, но не реже чем через 50 м.

Характеристика колодцев телефонной или электрокабельной канализации выписывается на полях исполнительного плана трассы путем выносок (в абсолютных отметках).

Исходной основой для составления исполнительного профиля служит копия проектного профиля. Исполнительные продольные профили составляются в масштабах:

горизонтальный — 1:500 или 1:200 (в зависимости от масштаба исполнительного плана);

вертикальный — 1:50 или 1:20;

в отдельных случаях (для теплосетей) — 1:10.

На исполнительном профиле показываются:

фактические и проектные отметки поверхности земли или дорожного покрытия (черные и красные отметки);

проектные и фактические отметки подземных трубопроводов;

все колодцы и камеры, вводы, выпуски, газовые коверы и т. д.;

диаметр, материал труб и их протяженность;

отметки дна колодцев;

уклоны труб;

расстояния между колодцами, точками изменения диаметра труб, профиля или уклона, углами поворота сооружения и другими характерными точками;

вертикальное положение всех трубных и кабельных прокладок, пересекающих трассу подземного сооружения, в том числе бездействующих, с указанием назначения, наличия футляров и полной их характеристики (материал, диаметр и отметки);

конструкция освоения сооружения.

Для характеристики поперечных сечений блоков проходных и непроходных каналов, тоннелей при однообразном сечении сооружения при одинаковом количестве и однообразном размещении в них труб-

ных или кабельных прокладок на всем протяжении сооружения вычерчивается поперечный разрез сооружения (над продольным профилем).

При изменении поперечного сечения сооружения, количества и размещения в нем трубных или кабельных прокладок вычерчиваются дополнительные разрезы поперечного сечения

Каталог координат точек элементов подземных инженерных коммуникаций составляется по установленной форме в принятой системе координат

3.16. Оформление материалов исполнительной съемки должно выполняться в соответствии с действующими руководствами и наставлениями

Не позднее чем за 3 дня до засыпки траншей строительные организации обязаны вызвать заказчика (застройщика) для проведения инструментальной проверки правильности планового и высотного положения построенных подземных коммуникаций и составления исполнительных чертежей

Плановые и высотные промеры проверяющие заносят в абрис и нивелирный журнал и заверяют своими подписями

В случае представления строительной организацией неправильно составленного исполнительного чертежа или геодезических материалов, не отвечающих предъявляемым к ним требованиям, проверяющие составляют об этом акт Подземная инженерная сеть до устранения выявленных недостатков не должна приниматься в эксплуатацию

После приемки комиссией подземной инженерной сети в эксплуатацию один экземпляр исполнительного чертежа передается в отдел (управление) по делам строительства и архитектуры Совета народных депутатов города, поселка

3.17 В результате исполнительной съемки построенных подземных коммуникаций должны быть получены следующие материалы:

абрисы съемки подземных коммуникаций,

журналы измерения горизонтальных углов и нивелирования подземных коммуникаций,

схемы теодолитных и нивелирных ходов;

ведомости вычисления координат и высот,

каталог координат точек трассы для незастроенной территории;

исполнительный чертеж

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ОБЯЗАННОСТИ ЗАКАЗЧИКА ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

В соответствии с постановлением ЦК КПСС и СМ СССР от 12 июля 1979 г. № 695 заказчик передает генеральному подрядчику не позднее 1 июля предшествующего года:

по вновь начинаемым объектам — утвержденный технический проект в составе проекта организации строительства (ПОС) и указания по составу, методам и порядку построения геодезической разбивочной основы в соответствии с п. 2.5 СН 47-74;

по вновь начинаемым и переходящим объектам — рабочие чертежи с отметкой заказчика к производству работ.

Для строительства особо сложных уникальных объектов и реконструкций существующих разрабатывают проекты производства геодезических работ (ППГР), в которых дополнительно к требованиям СН 47-74 должны приводиться обоснование выбора методов геодезических построений и устанавливаться последовательность их выполнения.

На стройгенплане и всех чертежах, выдаваемых для производства работ, в соответствии с п. 2.8 СНиП III-2-75 должны быть указаны знаки геодезической разбивочной основы и привязки для перенесения трасс подземных коммуникаций.

Проектным организациям министерств и ведомств, осуществляющим разработку проектов на строительство подземных коммуникаций, в обязательном порядке для особо сложных мест пересечения подземных коммуникаций существующих сетей следует разрабатывать детальные чертежи.

В соответствии с «Правилами о договорах подряда на капитальное строительство» (п. 39) и СНиП III-2-75 (пп. 2.6—2.9) заказчик обязан создать геодезическую разбивочную основу для строительства и не менее чем за 10 дней до начала строительно-монтажных и земляных работ передать, а генподрядчику принять по акту техническую документацию на нее, а также пункты и знаки этой основы, закрепленные на площадке строительства, в том числе:

пункты красных линий, строительной сетки, полигонометрии, теодолитных и нивелирных ходов, каталог координат этих пунктов и высотных реперов,

оси, определяющие положение подземных коммуникаций, закрепленные знаками, углов поворота, элементов кривых, а на прямолинейных участках — не реже чем через 300 м и в местах пересечения с действующими подземными коммуникациями и сооружениями;

реперы по границам и внутри застраиваемой территории, у каждого отдельно размещаемого здания или сооружения, в количестве не менее двух, а также вдоль осей подземных коммуникаций не реже чем через 0,5 км.

Закрепление основных разбивочных точек производится металлическими, железобетонными или другими прочными знаками. Конструкции знаков, способы их закрепления и заграждения определяются проектом производства геодезических работ и СНиП III-2-75 (п. 2.8).

Заказчик при осуществлении технического надзора за строительством подземных коммуникаций обязан:

проверять качество исполнительных чертежей и участвовать в приемке выполненных скрытых видов работ;

периодически выполнять контрольную геодезическую съемку соответствия проекту выполненных работ по строительству подземных сооружений.

В случае отсутствия соответствующих специалистов заказчик обязан до начала строительно-монтажных работ на площадке заключить договор с инженерно-геодезической службой главного архитектурно-планировочного управления города на выполнение контрольной геодезической съемки планово-высотного положения строящихся инженерных коммуникаций и производить контрольную съемку по мере их готовности.

В соответствии со СНиП III-2-75 (п. 4.4) заказчик обязан все изменения проекта и отступления от него в размещении подземных коммуникаций фиксировать на генеральном плане.

Заказчик не имеет права принимать построенные подземные коммуникации и оформлять актом приемку в эксплуатацию без представления исполнительной документации инженерно-геодезической службы по всем уложенным подземным коммуникациям.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ОБЯЗАННОСТИ ГЕНПОДРЯДНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

При приемке от заказчика геодезической разбивки трасс подземных коммуникаций ответственные представители генподрядной (субподрядной специализированной) организации и заказчика должны осмотреть на местности трассы подземных коммуникаций, намеченные проектом. При этом генподрядная (специализированная) организация должна уточнить шурфованием места пересечения трассы, а также ее сближения с различного рода инженерными сооружениями и естественными препятствиями, соответствие геодезической разбивки проекту, а также, соответствие проекту отметок в местах пересечения трассы с подземными сооружениями. Генподрядчик обязан не менее чем за 5 дней до начала работ субподрядчика передать ему по акту необходимую для производства работ техническую документацию на геодезическую разбивочную основу и закрепленные оси и реперы для строительства подземных коммуникаций.

Генподрядные организации передают субподрядным организациям рабочие чертежи в трех экземплярах и сметы в двух экземплярах.

Генподрядчик обязан проверить комплектность, полноту и достоверность исполнительной документации, принимаемой от организации, выполняющей земляные работы, сохранность знаков геодезической разбивочной основы и принять выполненные работы по акту.

Генподрядчик принимает от субподрядной организации исполнительные чертежи на подземные коммуникации в двух экземплярах и представляет их рабочей комиссии.

При сооружении кабелей силовых и связи после выполнения земляных работ генподрядчик передает субподрядной организации исполнительную документацию на выполненные работы, в том числе:

план трассы с привязками всех котлованов для устройства колодцев, а также по трассе на прямолинейных участках, расположенных не реже чем через 50 м (на плане даются привязки оси траншей);

профиль трассы с указанием отметок верха траншей, дна траншей, дна котлованов для устройства колодцев, а также планировочных отметок в местах перелома рельефа, но не реже чем через 50 м, мест пересечений и отметок всех пересекаемых подземных коммуникаций, а также мест плановой привязки трассы.

Если земляные работы выполнялись силами субподрядной организации, вся документация, перечисленная выше, должна быть составлена этой же организацией.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ОБЯЗАННОСТИ СУБПОДРЯДНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Субподрядчик обязан принять от генподрядчика проектную документацию, плановую и высотную геодезическую основу, закрепленные оси и выполненные работы по акту. В случае нарушения генподрядной или субподрядной организацией знаков разбивочной основы восстановление их осуществляется за счет организации, нарушившей их.

Производство земляных работ в зоне расположения подземных коммуникаций (электрокабелей, кабелей связи, газопроводов и т. п.) допускается только с письменного разрешения организаций, ответственных за эксплуатацию этих коммуникаций. К разрешению должен быть приложен план (схема) с указанием расположения и глубины заложения коммуникаций, составленный на основании исполнительных чертежей.

Субподрядная организация, производящая земляные работы, до их начала должна выполнить контрольную нивелировку для выявления соответствия проектной картограммы земляных работ натуре. Если земляные работы не соответствуют проектной картограмме, ис-

полнитель представляет результаты контрольной нивелировки генподрядчику, заказчику и проектной организации для решения вопроса оплаты дополнительных объемов работ.

В случае вскрытия при производстве работ подземных коммуникаций, не указанных в разрешении и не опознанных на местности, следует немедленно прекратить работы и вызвать на место представителей заказчика и эксплуатирующих организаций.

Если в процессе строительства выявилась необходимость переустройства существующих подземных коммуникаций, не предусмотренного проектом, они могут быть выполнены только после согласования с соответствующими организациями (эксплуатационной и проектной) и отделом подземных сооружений ГлавАПУ.

Субподрядная организация, производящая земляные работы, обязана после окончания их передать генподрядчику исполнительную схему, подтверждающую правильность планово-высотного положения котлована, траншей и т. д., в двух экземплярах по акту. Если управлением механизации в процессе работы нарушено закрепление знаков планово-высотной основы и осей, восстановление их осуществляется за счет организации, нарушившей их.

Субподрядная организация, которая осуществляет прокладку подземных коммуникаций, обязана за 3 дня до готовности траншей к засыпке известить генподрядчика и заказчика о готовности трассы (или части ее) для контрольной геодезической съемки, а также представить заказчику или генподрядчику необходимую исполнительную документацию, а именно:

рабочие чертежи с изменениями, внесенными проектной организацией в процессе производства работ, с оформленными согласованиями произведенных изменений;

исполнительные чертежи подземных коммуникаций с подписями должностных лиц, ответственных за производство строительно-монтажных работ;

журнал производства геодезических работ.

Субподрядная организация в процессе строительства составляет исполнительные чертежи на подземные коммуникации в трех экземплярах: два экземпляра представляются генподрядной организации, один оставляется в архиве.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ К СООРУЖЕНИЮ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Подземные коммуникации прокладывают преимущественно по улицам и дорогам. Для этого в поперечных профилях улиц и дорог предусматривают места для прокладки сетей на полосе между красной линией и линией застройки — кабельные сети; под тротуарами —

тепловые сети или проходные коллекторы; на распределительных полосах — водопровод, газопровод и хозяйственно-бытовая канализация.

При проектировании подземных сетей принимаются во внимание нормативные требования к минимальному их удалению от зданий и сооружений (СНиП II-60-75 *).

Укладка трубопроводов «змейкой» в вертикальной и горизонтальной плоскостях не допускается. Отклонение трубопроводов (водоснабжения, канализации и теплоснабжения) от проектного положения не должно превышать в плане 10 мм, по вертикали 5 мм.

Глубину заложения трубопроводов до верха трубы надлежит принимать не менее: при диаметре менее 1000 мм — 0,8 м, при диаметре 1000 мм и более — 1 м; на болотах или торфяных грунтах, подлежащих осушению, — 1,1 м; в песчаных барханах, считая от нижних отметок межбарханных оснований, — 1 м; в скальных грунтах, болотистой местности при отсутствии проезда автотранспорта и сельскохозяйственных машин — 0,6 м.

Ширину траншеи по низу следует назначать не менее:
D+300 мм — для трубопроводов диаметром до 700 мм;
1,5 D — диаметром 700 мм и более.

При диаметрах трубопроводов 1200 и 1400 мм и при траншеях с откосом более 1:0,5 ширину траншеи по низу допускается уменьшать до величины D+500 мм, где D — условный диаметр трубопровода.

При взаимном пересечении магистральных трубопроводов расстояние между ними в свету должно приниматься не менее 350 мм.

Для трубопроводов диаметром 1000 мм и более в зависимости от рельефа местности должна предусматриваться предварительная планировка строительной полосы.

По трассе трубопроводов следует предусматривать установку постоянных реперов на расстоянии не более 5 км один от другого. В местах поворота трассы в горизонтальной и вертикальной плоскостях при сооружении трубопроводов диаметром 700 мм и более должна быть предусмотрена установка соответствующих знаков. В проекте должны быть приведены основные данные, необходимые для разбивки кривых, включая отметки.

При надземной прокладке трубопроводов через препятствия, в том числе овраги и балки, расстояние от низа трубы или пролетного строения следует принимать:

при пересечении оврагов и балок — не менее 0,5 м до уровня воды при 5%-ной обеспеченности;

при пересечении несудоходных, несплавных рек и больших оврагов, где возможен ледоход, — не менее 0,2 м до уровня воды при 1%-ной обеспеченности и от наивысшего горизонта ледохода;

при пересечении судоходных и сплавных рек — не менее величины, установленной нормами проектирования подмостовых габаритов на судоходных реках и основными требованиями к расположению мостов;

При монтаже балочных переходов должна обеспечиваться прямолинейность укладки трубопроводов. Отклонение оси трубопровода в плане не должно превышать 5 см.

Крутизна откосов обводненных траншей принимается в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

Грунты	Крутизна откосов при глубине траншеи, м	
	до 2	более 2
Пески мелкозернистые	1 : 1,5	1 : 2
Пески средние и крупнозернистые	1 : 1,25	1 : 1,5
Суглинки	1 : 0,67	1 : 1,25
Гравелистые и галечниковые (гальки и гравия св. 40%)	1 : 0,75	1 : 1
Глина	1 : 0,5	1 : 0,75
Разрыхленные скальные	1 : 0,25	1 : 0,25

Примечания: 1. Крутизна откосов дана с учетом грунтовых вод. 2. Для грунтов, не указанных в таблице, крутизна откосов определяется в проекте по материалам инженерных изысканий.

Крутизна откосов подводных траншей определяется по материалам изысканий. Для предварительных расчетов принимаются данные табл. 2.

Таблица 2

Грунты	Крутизна откосов при глубине траншеи, м	
	до 2,5	более 2,5
Пески пылеватые и мелкие	1 : 2,5	1 : 3
Пески среднезернистые	1 : 2	1 : 2,5
Пески разнозернистые	1 : 1,8	1:2,3
Пески крупнозернистые	1 : 1,5	1 : 1,8
Гравелистые и галечниковые (гравия и гальки св. 40%)	1 : 1,5	1 : 2
Супеси	1 : 1,5	1 : 2
Суглинки	1 : 1	1 : 1,5
Глины	1 : 0,5	1 : 1
Разрыхленные скальные	1 : 0,5	1 : 1

Примечание. Для грунтов, не указанных в таблице, крутизна откосов определяется проектом инженерных изысканий.

При устройстве сетей канализации наименьшие уклоны трубопроводов принимаются:

для труб диаметром 150 мм—0,008;
» » » 200 мм—0,005.

В открытой дождевой сети наименьшие уклоны лотков проезжей части, кюветов и водоотводных канав принимаются согласно табл. 3.

Таблица 3

Наименование	Наименьший уклон
Лотки проезжей части при асфальтированном покрытии	0,003
То же, при брусчатом или щебеночном покрытии	0,004
То же, при булыжной мостовой	0,005
Отдельные лотки и кюветы	0,005
Водоотводные канавы	0,003

Уклон присоединения от дождеприемников принимается 0,02.

Уклон между присоединяемой и отводящей трубами должен быть не менее 90°.

Повороты на коллекторах предусматриваются в колодцах; радиус кривой поворота лотка принимается не менее диаметра трубы, на коллекторах диаметром 1200 мм и более — не менее пяти диаметров, в начале и конце кривой предусматриваются колодцы.

Уклон напорных трубопроводов по направлению к выпуску принимается не менее 0,001.

Минимальный уклон отводных трубопроводов внутреннего водостока для подвесных трубопроводов принимается 0,005.

Смотровые колодцы или камеры на канализационных сетях всех систем предусматриваются:

в местах присоединений;

в местах изменения направления уклонов и диаметров трубопроводов;

на прямых участках расстояния принимаются в зависимости от диаметра труб (табл. 4).

Таблица 4

Диаметр трубы, мм	Расстояние между колодцами, м
15	35
200—450	50
500—600	75
700—900	100
1000—1400	150
1500—2000	200
Св. 2000	250—300

При приемке трубопроводов и сооружений водоснабжения и канализации в эксплуатацию производится инструментальная проверка.

При приемке напорных трубопроводов производится инструментальная проверка продольного профиля.

Приемка безнапорных трубопроводов и коллекторов сопровождается проверкой прямолинейности с соблюдением проектного положения в горизонтальной и вертикальной плоскостях и инструментальной проверкой отметки лотков в колодцах. Отклонение отметок лотков от проектных не должно превышать ±5 мм.

Отклонения в положении строительных конструкций от проектных в момент приемки насосных станций не должны превышать, мм:

в основных размерах фундаментов на насосы в плане — 30,

в размерах выемок, выступов и внутренних полостей в фундаменте под насосы — 20;

в ширине каналов — 10;

в отметках днищ и перекрытий резервуаров и каналов — 10;

в осях отверстий в фундаментах для анкерных болтов под насосы — 10;

в отметках точек земной поверхности (до слоя подливки фундаментов под насосы) — 5.

При прокладке сетей газопровода правильность укладки труб проверяется нивелированием всех узловых точек и мест пересечения газопровода с подземными сооружениями.

Пересечение газопроводов с железнодорожными и трамвайными путями, а также с автодорогами должно предусматриваться под углом 90°. В отдельных случаях допускается уменьшение угла до 45°.

Расстояния по вертикали в свету при пересечении подземных газопроводов всех давлений с другими подземными сооружениями принимаются в соответствии с табл. 5.

Таблица 5

Сооружения и коммуникации	Расстояние по вертикали в свету при пересечении подземного газопровода с сооружениями и коммуникациями, м
Водопровод, канализация, водосток, телефонная канализация и т. д.	0,15
Канал теплосети	0,2
Электрокабель, телефонный бронированный кабель	0,5
Электрокабель маслонаполненный 110—220 кВ	1

Подземные газопроводы, транспортирующие сжиженный газ, должны прокладываться ниже границы сезонного промерзания грунта с уклоном к конденсатосборникам не менее 0,002.

Минимальная глубина заложения газопроводов в местах с усовершенствованными покрытиями (асфальтобетонными, бетонными и др.) должна быть не менее 0,8 м, а на участках без усовершенствованных дорожных покрытий — не менее 0,9 м от верха дорожного покрытия до верха трубы. В местах, где предусматривается движение транспорта, глубина заложения может быть уменьшена до 0,6 м.

При прокладке двух газопроводов и более в одной траншее выдерживаются следующие минимальные расстояния между ними: при диаметре до 300 мм — не менее 0,4 м, при диаметре более 300 мм — 0,5 м

Заглубление тепловых сетей от поверхности земли или дорожного покрытия должно приниматься не менее, м:

до верха перекрытий каналов и тоннелей — 0,5;

» » » камер — 0,3;

» оболочки бесканальной прокладки — 0,7.

В непроезжей части допускаются выступающие над поверхностью земли перекрытия камер и вентиляционных шахт на высоту не менее 0,4 м.

При надземной прокладке тепловых сетей на низких опорах расстояние в свету от поверхности земли до низа тепловой изоляции трубопроводов должно быть не менее 0,35 м.

Уклон тепловых сетей независимо от направления движения теплоносителя и способа прокладки должен быть не менее 0,002.

Пересечение тепловыми сетями рек, железных и автомобильных дорог, трамвайных путей и сооружений метрополитена, а также зданий и сооружений различного назначения должно предусматриваться под прямым углом. В отдельных случаях допускается пересечение под меньшим углом, но не менее 45°.

Уклон трубопроводов тепловых сетей при катковых и шариковых опорах труб должен приниматься не более

$$i < \frac{0{,}05}{r},$$

где r — радиус катка или шарика, см.

Прокладку трубопроводов систем горячего водоснабжения предусматривают с уклоном не менее 0,002.

Минимальные расстояния в свету между строительными конструкциями непроходных каналов и теплоизоляционной поверхностью трубопроводов, строительными конструкциями тоннелей или коллекторов и трубопроводами, а также поверхностью теплоизоляционных конструкций смежных трубопроводов при прокладке в коллекторах и при надземной прокладке принимаются в соответствии с табл. 8 и 9 СНиП II-36-73.

При прокладке тепловых сетей ниже максимального уровня стояния грунтовых вод предусматривается попутный дренаж. Дренажные трубы должны прокладываться сбоку канала (тоннеля). Положение

оси дренажной трубы должно быть ниже дна канала или тоннеля не менее чем на 0,2 м.

На углах поворота и на прямых участках попутных дренажей предусматривается устройство не реже чем через 50 м смотровых колодцев диаметром не менее 1000 мм. Отметка дна колодца должна приниматься на 0,3 м ниже отметки заложения примыкающей дренажной трубы.

Уклон труб попутного дренажа должен приниматься не менее 0,003 и может не совпадать по величине и направлению с уклоном тепловых сетей.

В камерах и тоннелях должны предусматриваться водосборные приямки размером не менее 400×400 и глубиной не менее 300 мм, перекрытые съемными решетками. Уклон дна камеры должен предусматриваться не менее 0,02 в направлении к приямку.

Контроль правильности укладки тепловых сетей осуществляется инструментальной проверкой расположения трубопровода в плане, а также нивелировкой всех узловых точек уложенного трубопровода и мест его пересечения с подземными сооружениями.

При закладке электрокабеля смотровые колодцы предусматриваются на всех поворотах, а также перекрестках улиц. На прямолинейных участках трасс они располагаются не реже чем через 100—150 м.

Электрокабели напряжением до 1000 В прокладываются на глубине 0,7—0,8 м, напряжением выше 1000 В — 1 м.

При прокладке трасс в трубах трубы укладываются с уклоном 0,001 к ближайшему колодцу.

При строительстве кабельной канализации (телеграфные и телефонные сети) расстояние от поверхности грунта или усовершенствованного покрытия до верхнего ряда труб на вводах в колодцы должно быть не менее:

0,7 м — под пешеходной частью улиц;

0,8 м — » проезжей » ».

Трубопроводы кабельной канализации между смотровыми устройствами должны быть прямолинейными. В обоснованных случаях допускается отклонение от прямой линии по плавной кривой на каждый метр трубы не более 1 см.

Величина уклона к смотровым колодцам для каждого участка должна быть не менее 3—4 мм на 1 м.

В процессе строительства сооружений кабельной канализации должен осуществляться пооперационный контроль за укладкой трубопроводов и установкой смотровых устройств, заключающийся в проверке глубины заложения и качества стыков труб, прямолинейности трубопровода, горизонтальности и вертикальности установки смотровых устройств.

На трассах подземных кабельных линий связи вне городской черты устанавливаются замерные столбики, фиксирующие положение

трассы на местности: против каждой соединительной муфты, на концах труб при переходах через шоссейные и железные дороги, у выходов кабелей из воды на речных переходах, на поворотах трассы, а также на прямых участках ее, если расстояние между соединительными муфтами превышает 250—300 м.

При прокладке кабеля соблюдаются следующие требования:

глубина прокладки кабеля не должна отклоняться более чем на 10 см от принятой в проекте;

кабели, проложенные в траншее, не должны перекрещиваться;

радиус изгиба кабеля должен быть не менее допустимого по ГОСТ или техническим характеристикам на данный тип кабеля.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3
1. Перенесение в натуру проектов подземных коммуникаций 4
Общие положения 4
Создание геодезической основы 8
Способы перенесения проектов подземных коммуникаций в натуру 12
Особые случаи разбивок 19
2. Геодезическое обеспечение сооружения подземных коммуникаций на основе применения лазерных геодезических приборов 26
Построение опорной линии заданного уклона . . . 26
Способы геодезического контроля уклона дна разрабатываемых траншей 29
Использование лазерного визира при укладке трубопроводов 36
Комплексные технологии геодезического обеспечения сооружения подземных коммуникаций с применением лазерных геодезических приборов 38
Расчет точности геодезических построений, выполняемых при устройстве коммуникаций 47
3. Исполнительная съемка подземных коммуникаций . . 50
Общие положения 50
Плановая съемка 53
Высотная съемка 56
Составление и оформление исполнительной документации 57
Приложение 1. Обязанности заказчика по обеспечению строительства подземных коммуникаций 60
Приложение 2. Обязанности генподрядных организаций по обеспечению геодезических работ при строительстве подземных коммуникаций 61
Приложение 3. Обязанности субподрядных организаций по обеспечению геодезических работ при строительстве подземных коммуникаций 62
Приложение 4. Основные требования нормативных документов к сооружению подземных коммуникаций . . . 63

ДОМ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КНИГИ — МАГАЗИН № 115 «МОСКНИГИ» ИМЕЕТ В НАЛИЧИИ И ВЫСЫЛАЕТ НАЛОЖЕННЫМ ПЛАТЕЖОМ (БЕЗ ЗАДАТКА) ЛИТЕРАТУРУ ДЛЯ СТРОИТЕЛЕЙ

Инструкция по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из плотного силикатного бетона. СН 165-76. 1977. Ц. 15 к.

Нечерноземью — комплексную застройку. 1981. Ц. 1 р. 50 к.

Нормы расхода материалов и изделий на 1 млн. рублей сметной стоимости строительно-монтажных работ. Целлюлозно-бумажная промышленность. Микробиологическая промышленность. Геология и разведка недр. СН 501-77. Ц. 10 к.

Нормы расхода труб на 1 млн. руб. сметной стоимости строительно-монтажных работ. Промышленное, транспортное, сельскохозяйственное, коммунальное строительство, связь. Объекты здравоохранения, просвещения, культуры и спорта. На 1000 м² приведенной общей площади жилых зданий. СН 526-80. 1982. Ц. 95 к.

Рекомендации по планировке, застройке и благоустройству крупных комплексов курортно-оздоровительных учреждений. 1978. Ц. 20 к.

Рекомендации по проектированию хвостовых хозяйств предприятий металлургической промышленности. 1975. Ц. 49 к.

Рекомендации по размещению и проектированию рассеивающих выпусков сточных вод. 1981. Ц. 80 к.

Рекомендации по совершенствованию типов учреждений отдыха и туризма для молодежи (на примере УССР). 1978. Ц. 25 к.

Руководство по акустическому проектированию залов многоцелевого назначения средней вместимости. 1981. Ц. 15 к.

Укрупненные показатели стоимости строительства. Понижающие электрические подстанции 35—500 кВ. (УПСС—ЭП). 1981. Ц. 15 к.

Укрупненные сметные нормы. Здания и сооружения промышленного назначения. Сборник № 1—22.6. Полы. Вып. 1. 1981. Ц. 50 к.

Ценник на монтаж оборудования № 31. Оборудование предприятий кинофотопромышленности. 1978. Ц. 10 к.

Адрес магазина: 117334, Москва, Ленинский просп., 40.
Для иногородних покупателей: 113509, Москва, ул. Красный Маяк, 11/1, отдел «Книга—почтой».

ЦНИИОМТП ГОССТРОЯ СССР

**РУКОВОДСТВО
ПО ГЕОДЕЗИЧЕСКИМ РАБОТАМ ПРИ УСТРОЙСТВЕ
ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ**

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией Л. Г. Бальян
Редактор Е. А. Волкова
Мл. редактор А. Н. Ненашева
Технический редактор М. В. Павлова
Корректор А. В. Федина

Н/К

Сдано в набор 25.12.82. Подписано в печать 07.06.83. Т-12459 Формат 84×108$^{1}/_{32}$.
Бумага тип. № 2. Гарнитура «Литературная» Печать высокая. Усл. печ. л. 3,78.
Усл. кр.-отт. 3,99. Уч.-изд. л. 4,76. Тираж 15.000 экз.
Изд. № XII-9954. Заказ 10. Цена 25 коп.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 23а
Калужское производственное объединение «Полиграфист», пл. Ленина, 5

gost.e-ecolog.ru