

9 ИНСТРУКЦИИ ПО ПОДЗЕМНЫМ СТРОИТЕЛЬНЫМ РАБОТАМ

9.1 *Общие сведения*

9.1.1 Разъяснения о подземных строительных работах9 / 1

9.2 *Траншеи под трубы — Жесткие многослойные системы, одинарная труба*

9.2.1 Глубина траншеи для трассы магистрального трубопровода9 / 2

9.2.2 Глубина траншеи для отвода трассы9 / 3

9.2.3 Стандартная ширина траншеи9 / 4

9.2.4 Ширина дна в зоне подвижных опор9 / 5

9.3 *Траншеи под трубы — Жесткие многослойные системы, двойная труба*

9.3.1 Глубина/ширина траншеи9 / 6

9.4 *Траншеи под трубы — Гибкие многослойные системы*

9.4.1 Глубина/ширина траншеи9 / 7

9.5 *Укладка подстилающего слоя*

9.5.1 Песчаная подушка/свойства песка/кривая гранулометрического состава/размеры зерен9 / 8-9

9.6 *Засыпка*

9.6.1 Засыпка траншей9 / 10

9.6.2 Минимальная глубина заложения/класс моста9 / 11

9.6.3 Максимальная глубина заложения9 / 12

9.6.4 Плита для распределения нагрузки9 / 13

9.7 *Контрольный список для подземных строительных работ*

9.7.1 Обеспечение качества на строительной площадке9 / 14

9.1 Общие сведения

9.1.1 Разъяснения о подземных строительных работах

Земляные работы должны проводиться в соответствии с общепринятыми правилами и нормами проведения подземных строительных работ. В то же время следует соблюдать различные действующие местные положения, а также правила AGFW, изложенные в рабочем стандарте FW 401, часть 12.

Траншеи под трубы должны выкапываться персоналом профессионального предприятия, специализирующегося на подземных строительных работах, согласно DIN 18300, DIN EN 805, DIN EN 1610 и DIN 4124, и вновь засыпаться согласно разделам 3.09 и 3.11 стандарта DIN 18300. При определении ширины траншеи следует руководствоваться разделом 5.2 стандарта DIN 4124.

То, должны ли траншеи иметь откос и на какой глубине они должны прокладываться, также следует определять в соответствии со стандартом DIN 4124, разделы 4.1–4.3. Здесь приведены все необходимые значения углов откоса при различных характеристиках грунта.

Обязательно следует соблюдать лежащую в основе проектирования или статически расчетов глубину прокладки или высоту перекрытия верхушки трубы. Требования к свойствам дна траншеи определены в стандарте DIN EN 1610. Необходимо, чтобы дно по всей своей длине обладало достаточной несущей способностью и было свободным от камней.

Согласно стандарту DIN EN 1610, укладчик труб для обеспечения качества всей системы вплоть до завершения всех изоляционных работ по изоляции должен обеспечивать дренаж и свободную проходимость траншей.

В случае осыпания земли траншеи следует прочищать вручную. От соблюдения требований DIN к созданию траншеи во многом зависит успех монтажа и качество всех выполняемых работ, что, в свою очередь, влияет на ожидаемый срок службы теплотрассы.

Указанные в планах трасс isoplus значения длины являются осевыми значениями при рытье траншей. Приведенные ниже инструкции по проведению подземных строительных работ продемонстрировали свои преимущества на практике, однако не претендуют на полноту. В особых ситуациях просьба обращаться к инженерам **isoplus** по монтажу или планированию, которые целенаправленно смогут разработать решение вашей проблемы.

9.2.1 Глубина траншеи для трассы магистрального трубопровода

Глубина дна [Т] траншеи для труб рассчитывается на основании заданной глубины заложения трубы (до верха) [\bar{U}_H], диаметра трубы-оболочки из ПЭВП [D_a] и высоты основания под трубу или песчаной подушки. Стандартная глубина заложения в строительстве трубопроводов составляет от 0,80 м (= глубина промерзания) до 1,20 м.



Диаметр трубы-оболочки D_a в мм	65	75	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355
Глубина заложения \bar{U}_H в м	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Глубина дна Т в м	0,97	0,98	0,99	1,01	1,03	1,04	1,06	1,08	1,10	1,13	1,15	1,18	1,22	1,26

Диаметр трубы-оболочки D_a в мм	400	450	500	560	630	670	710	800	900	1000	1100	1200	1300	isoplus
Глубина заложения \bar{U}_H в м	0,80	0,80	0,80	0,80	0,90	0,90	1,00	1,00	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	
Глубина дна Т в м	1,30	1,35	1,40	1,46	1,63	1,67	1,81	1,90	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	

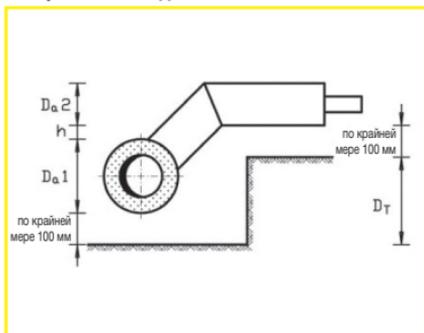
Указанные в таблице значения применяются только при заданной глубине заложения и высоте монтажного основания 0,10 м. При отличающейся глубине заложения к значению глубины дна [Т] следует добавлять или отнимать значение расхождения от заданной глубины заложения [\bar{U}_H].

9.2.2 Глубина траншеи для отвода трассы

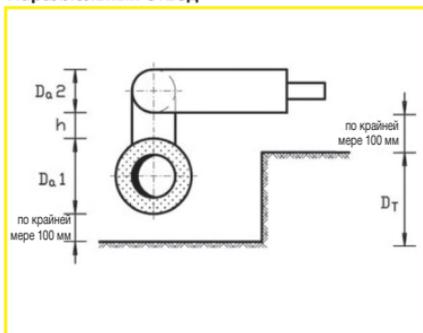
На основании обусловленной производственно-техническими особенностями высоты конструкции [h] для Т-образных отводов на 45° и параллельных отводов глубина дна [D_T] в ответвлениях трубопроводов изменяется в соответствии со значением расхождения [D_T]. В зависимости от монтажно-го положения отвода (направление вверх или вниз) к глубине магистральной трассы [D_T] необходимо добавить или отнять от нее значение D_T.

Точное значение [h] указано в **главе 2.2.8**.

Т-образный отвод на 45°



Параллельный отвод



Значение расхождения [D_T] рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{отвод вверх} \quad \Rightarrow \quad D_T = D_a1 + h \quad [\text{м}]$$

$$\text{отвод вниз} \quad \Rightarrow \quad D_T = D_a2 + h \quad [\text{м}]$$

9.2.3 Стандартная ширина траншеи

Ширина дна [В] рассчитывается по участкам трассы без подвижных опор и без дополнительных конструкций, например параллельно прокладываемого водопровода, на основании диаметра трубы-оболочки из ПЭВП [D_a] и зависящего от размеров трубы минимального монтажного расстояния [М].



Диаметр трубы-оболочки D _a в мм	65	75	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355
Мин. монтажное расстояние М в мм	100	100	150	150	150	150	200	200	200	200	200	300	300	300
Ширина дна В в м	0,43	0,45	0,63	0,67	0,70	0,73	0,92	0,96	1,00	1,05	1,10	1,46	1,53	1,61

Диаметр трубы-оболочки D _a в мм	400	450	500	560	630	670	710	800	900	1000	1100	1200	1300	isoplus
Мин. монтажное расстояние М в мм	400	400	400	500	500	600	600	700	700	800	800	900	900	
Ширина дна В в м	2,00	2,10	2,20	2,62	2,76	3,14	3,22	3,70	3,90	4,40	4,60	5,10	5,30	

Указанная в таблице ширина [В] действует для двух труб с одинаковым диаметром трубы-оболочки ПЭВП. Таким образом обеспечивается достаточная монтажная ширина для проведения работ по изоляции соединительных муфт, а также для создания песчаной подушки. В зоне подвижных опор применяются данные согласно **главе 9.2.4**.

Если устанавливаются муфтовые конструкции, например пригоночные сварные муфты, которые не поставляются компанией isoplus, действуют положения соответствующего поставщика. Для остальных случаев применения, например при эксплуатации нескольких труб [х], ширина дна [В] рассчитывается по следующей формуле:

$$В = x \cdot D_a + (x + 1) \cdot M \quad [м]$$

9.2.4 Ширина дна в зоне подвижных опор

В зоне подвижных опор для колен с L-, Z- или U-образным изгибом, а также для T-образных отводов под углом 45° и параллельных отводов ширину дна [B] и минимальное монтажное расстояние [M] необходимо увеличивать. Величина расширения зависит от указанной в планах трассы isoplus толщины подвижной опоры [DP_s]. Длина расширения зависит от заданной длины подвижной опоры [DP_L].

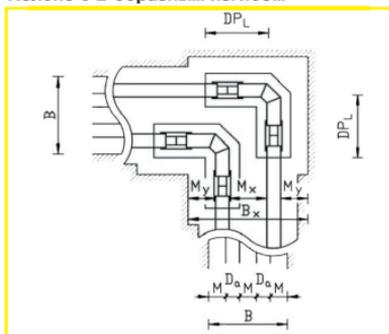
DP_L = длина подвижной опоры
согласно плану трассы [м]

M_x = минимальное расстояние [M] + 2 • толщина
подвижной опоры [DP_s] согласно плану
трассы [мм]

M_y = минимальное расстояние [M] + 1 • толщина
подвижной опоры [DP_s] согласно плану
трассы [мм]

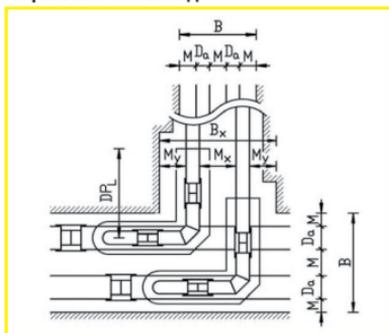
B_x = общая ширина дна [м]

Колоно с L-образным изгибом



$$B_x = 2 \cdot (D_a + M_y) + M_x \text{ [мм]}$$

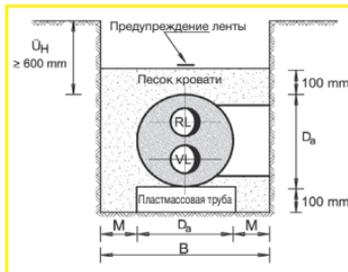
Параллельный отвод



9.3.1 Глубина/ширина траншеи

Глубина траншеи

Глубина дна [Т] траншеи под трубу рассчитывается на основании заданной глубины заложения [\dot{U}_H], диаметра трубы-оболочки из ПЭВП [D_a] и высоты основания под трубу или песчаной подушки.



D_a в мм	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	560	630
Глубина дна Т в м	0,825	0,840	0,860	0,880	0,900	0,925	0,950	0,980	1,015	1,055	1,100	1,150	1,200	1,260	1,330

Указанные в таблице значения применяются для минимальной глубины заложения 0,60 м и высоты монтажного основания 0,10 м. Если глубина заложения отличается, к значению глубины [Т] следует добавлять значение расхождения с $\dot{U}_H = 0,60$ м.

Ширина траншеи

Ширина дна [В] рассчитывается на основании диаметра трубы-оболочки из ПЭВП [D_a] и зависящего от размеров трубы минимального монтажного расстояния [М].

D_a в мм	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	560	630
Мин. монтажное расстояние М в мм	200	200	200	200	200	200	200	200	300	300	400	400	400	400	400
Ширина дна В в м	0,425	0,440	0,460	0,480	0,500	0,625	0,650	0,680	0,715	0,755	0,800	1,050	1,100	1,160	1,230

Эти минимальные значения обеспечивают достаточную монтажную ширину для проведения работ по изоляции соединительных муфт, а также для создания песчаной подушки. Если в зонах изменения направления или отводов необходимо установить подвижные опоры, то при толщине опоры 40 мм ширину дна [В] следует увеличить на 80 мм, а при толщине опоры 80 мм — на 160 мм. Значения, указанные в таблице, действуют для двойной трубы isoplus. В случае прокладки нескольких труб [х] ширина дна [В] рассчитывается по следующей формуле:

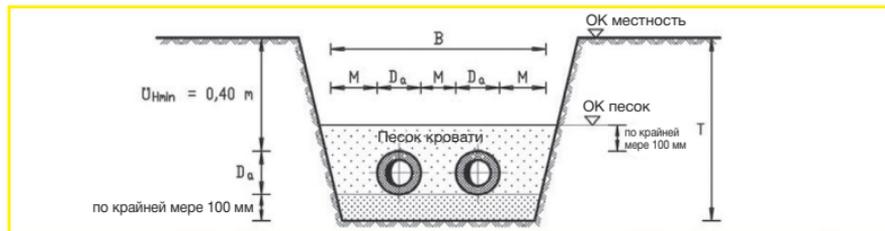
$$B = x \cdot D_a + (x+1) \cdot M \quad [м]$$

9.4 Трэншеи под трубы — Гибкие многослойные системы

9.4.1 Глубина/ширина траншеи

Глубина траншеи

Глубина дна [Т] траншеи под трубу рассчитывается на основании заданной глубины заложения [\dot{U}_H], диаметра трубы-оболочки из ПЭВП [D_a] и высоты основания под трубу или песчаной подушки. Минимальная глубина заложения гибких труб **isoplus** составляет 0,40 м. Глубина промерзания в Центральной Европе составляет 0,80 м.



D_a в мм	65	75	90	110	125	140	160	180	225	250
Глубина дна Т в м	0,565	0,575	0,590	0,610	0,625	0,640	0,660	0,680	0,725	0,750

Указанные в таблице значения применяются для минимальной глубины заложения 0,40 м и высоты монтажного основания 0,10 м. Если глубина заложения отличается, к значению глубины [Т] следует добавлять значение расхождения с $\dot{U}_H = 0,40$ м.

Ширина траншеи

Ширина траншеи [В] рассчитывается по участкам трассы без дополнительных конструкций, например параллельно прокладываемого водопровода, на основании диаметра трубы-оболочки из ПЭВП [D_a] и минимального монтажного расстояния [М]. Если для труб **isoflex** или **isocu** в зонах изменения направления или отводов необходимо установить подвижные опоры, то расстояние [М] следует увеличить на 80 мм.

D_a в мм	65	75	90	110	125	140	160	180	225	250
Мин. монтажное расстояние М в мм	100	100	100	100	100	100	100	100	150	150
Ширина дна В в м	0,430	0,450	0,480	0,520	0,550	0,580	0,620	0,660	0,900	0,950

Указанная в таблице ширина дна [В] действует для двух труб с одинаковым диаметром трубы-оболочки из ПЭВП. При прокладке в двойных трубах рассчитывается по следующей формуле:

$$V_{\text{Doppelrohr}} = D_a + 2 \cdot M \quad [\text{м}]$$

Для остальных случаев применения, например при эксплуатации нескольких труб [х], ширина дна [В] рассчитывается по следующей формуле:

$$V = x \cdot D_a + (x+1) \cdot M \quad [\text{м}]$$

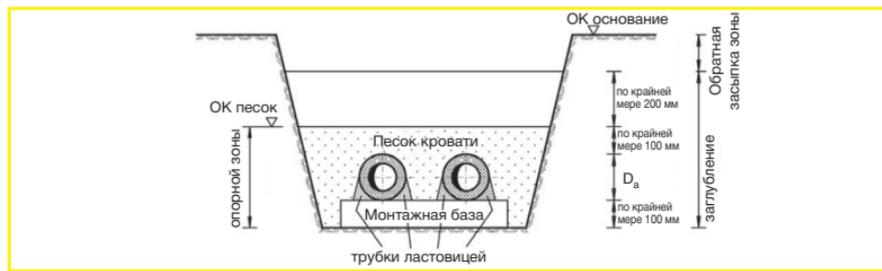
9.5.1 Песчаная подушка/свойства песка/кривая гранулометрического состава/размеры зерен

Песчаная подушка

После завершения всех изоляционных и уплотнительных работ, а также монтажа подвижных опор проводятся все испытания, входящие в набор работ. При этом следует обращать особое внимание на следующие пункты:

- ⇒ прокладка трубопровода соответствует плану трассы **isoplus**;
- ⇒ соблюдение глубины заложения, лежащей в основе статических расчетов;
- ⇒ осыпавшийся грунт, камни и/или посторонние предметы удалены из области песчаной подушки или трубы;
- ⇒ подвижные опоры необходимой длины и толщины установлены и защищены от давления грунта;
- ⇒ все муфты изолированы пеной и запротоколированы, проемы в направлении строительных объектов и зданий перекрыты;
- ⇒ в ходе термического предварительного напряжения были достигнуты и запротоколированы заданные пути деформации при удлинении и соответствующая температура;
- ⇒ было проведено и запротоколировано функциональное испытание системы контроля.

Прежде чем будет подготовлена песчаная подушка, трасса должна быть утверждена ответственным руководителем строительных работ после проверки по всем названным пунктам.



Затем трубы с полимерной оболочкой (KMF) должны быть послойно и крайне осторожно вновь засыпаны песком с размером зерна 0–4 мм (класс NS 0/2), **см. следующую страницу**, минимальным слоем 10 см, после чего песок должен быть уплотнен исключительно вручную. При этом во избежание образования пустот следует уделять особое внимание промежуткам или незаполненным пространствам между трубами. Эти пространства необходимо отдельно трамбовать и уплотнять. Это поможет избежать проседаний и смещений в будущем. Одновременно с выполнением этих работ следует удалять возможно используемые вспомогательные опоры, если речь не идет о мешках с песком, которые необходимо распарывать, или об опорах жесткого пенопласта.

Если в связи с неблагоприятными общими условиями не исключено, что во время проведения подземных строительных работ подстильный песчаный слой будет размыв, например в результате дождя, зону подстильного слоя следует укрыть геотекстильным материалом. На участках трассы с крутым спуском или подъемом это следует принимать во внимание по причине дренажного эффекта профиля траншеи. При добавлении воды содержание воды в песке превышает оптимальное значение согласно кривой Проктора, а потому не удовлетворяет коэффициенту уплотнения $D_{Pr} \geq 97\%$.

9.5 Укладка подстилающего слоя

При этом смешивается песок с различным размером зерна, вследствие чего не достигаются заданные значения трения на трубе KMR и возникает так называемый «туннельный» эффект. В частности из этих соображений, согласно AGFW FW 401, часть 12, укладка песка с поливом водой не классифицируется как передовая технология.

В зоне трубопровода к трению между ПЭВП-оболочкой и материалом подстилающего слоя, а также к качеству песка предъявляются особые требования. Возникающие вследствие этого устойчивые соотношения сил трения представляют собой решающее основание для расчетной проверки труб KMR на прочность под действием статического и динамической нагрузки.

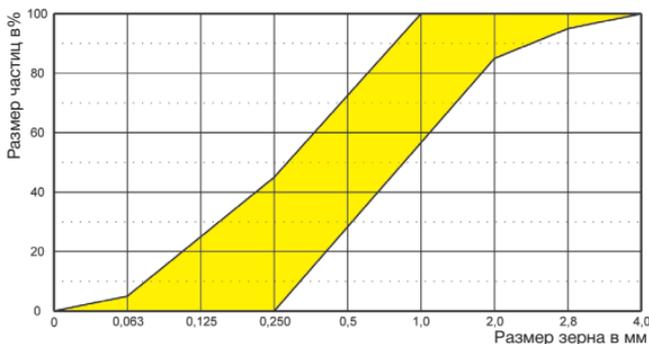
Если используются текучие материалы подстилающего слоя, например самостабилизирующиеся песчаные смеси, SSM или строительный раствор, то следует учитывать, что на данный момент еще отсутствует опыт удаления их с помощью простого устройства. Также отсутствуют на практике надежные результаты длительных испытаний в отношении механических характеристик, таких как долгосрочное поведение при трении. Общее разрешение FGSV (Научно-исследовательского института по вопросам транспорта и дорожного хозяйства) на использование таких заполняющих материалов в качестве дорожно-строительного материала до сих пор не получено. Также они не предусмотрены в статических условиях согласно AGFW FW 401, части 10 и 11.

Такие заменители, как гранулированное пеностекло, дробленый песок, материалы вторичной переработки и т. п., также не допускаются к использованию в зоне трубопровода в качестве подстилающего слоя или песчаной подушки.

Свойства песка в зоне подстилающего слоя

Высота песчаной подушки	⇒	со всех сторон не менее 100 мм
Тип песка	⇒	несвязный средний и крупный песок
Размер зерна	⇒	0–4 мм
Тип зерна	⇒	со скругленными кромками
Классификация	⇒	природные пески, фракция зерен NS 0/2
Стандарт	⇒	DIN EN 12620 или TL Min-StB

(Технические условия поставки минеральных веществ в дорожном строительстве)

Полоса гранулометрической кривой согласно DIN EN 12620 для фракции зерен 0/2**Абсолютные граничные показатели массовой доли согласно DIN EN 12620**

Просев до 0,063 мм	⇒	± 5%	Просев до 1,0 мм	⇒	± 20%
Просев до 0,250 мм	⇒	± 25%	Просев до 2,0 мм	⇒	± 5%

9.6.1 Засыпка траншей

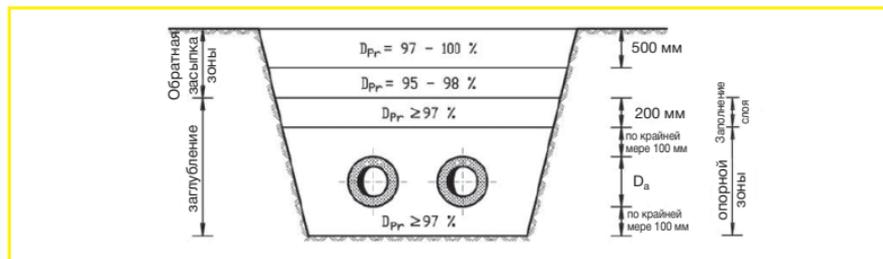
Когда песчаная подушка готова, траншею можно наполнять материалом выемки. При этом требуется выполнять послойное уплотнение. Большие и острые камни необходимо удалять. Согласно ZTV E - StB, вне зоны трубопровода в качестве заполняющего материала следует использовать крупнозернистую почву с размером зерна до 20 мм. В целом, согласно DIN 18196, в качестве заполнителя следует использовать почву, относящуюся к классу уплотняемости V 1.

Согласно ZTV A - StB, для засыпки траншей в зоне засыпки и в 20-сантиметровом заполняющем слое следует использовать почвы, нечувствительные к воздействию воды и погодных условий. В этой связи ZTV E - StB допускает использование также промышленных отходов и строительные материалы вторичной переработки. Однако только в том случае, если выполняются определенные требования, например экологическая безопасность с точки зрения водного хозяйства, совместимость с другими строительными материалами и т. д., а также требования к уплотнению.



Для предотвращения смещения и поднятия трассы засыпка и уплотнение траншеи должны проводиться одновременно с обоих концов труб. После внесения заполняющего слоя толщиной 20 см можно приступать к работе с использованием уплотняющих машин, например поверхностного вибратора или взрывной трамбовки (весом до 100 кг). Допустимая удельная нагрузка на поверхность при этом составляет 40 Н/см², или 4 кг/см² для холодной трубопроводной трассы. Если трасса уже эксплуатируется, максимальное значение нагрузки на поверхность сокращается до 20 Н/см², или 2 кг/см².

На первый слой укладываются последующие слои высотой 20–30 см, а сверху наносится предусмотренный покрывающий слой. Кроме того, следует выполнять требования «Дополнительных технических договорных условий и правил проведения экскавационных и земляных работ в дорожном строительстве» (нем. аббревиатуры ZTV A и ZTV E). В соответствии с ZTV E - StB, необходимо соблюдать следующие значения степени уплотнения [D_{Pr}]:



9.6 Засыпка

9.6.2 Минимальная глубина заложения/класс моста

Воздействие транспортных грузов на трубы с полимерной оболочкой возрастает по мере уменьшения глубины заложения. Поэтому независимыми лабораториями по испытанию материалов были изучены и определены минимальные значения глубины заложения в зависимости от класса моста и номинального внутреннего диаметра. Чисто с точки зрения расчетов, здесь могут быть отмечены крайне малые результаты.

В случае укрепленной надземной конструкции в дорожном строительстве давление колес распределяется по большой площади, поскольку оно не воздействует непосредственно на заполняющий грунт. Таким образом, труба с полимерным покрытием подвергается меньшей нагрузке.

Ввиду опасности выпучивания (продольного изгиба) труб с полимерной оболочкой, безопасности @@ Spatensicherheit@@, проседания автомобиля на неукрепленной поверхности и возможного превышения допустимой нагрузки при круговом изгибе следует соблюдать значения глубины заложения, указанные в таблице.

Класс моста	Номинальный внутренний диаметр одинарной трубы в DN										
	20-125	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600-1000
SLW 12	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50	0,50	0,50	0,60	0,80	1,00
SLW 30	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50	0,50	0,50	0,60	0,70	0,90	1,10
SLW 60	0,40	0,50	0,50	0,60	0,60	0,50	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20
Класс моста	Номинальный внутренний диаметр или тип двойной трубы					Все типы и размеры гибких труб					
	при Dr-80	Dr-100	Dr-125	Dr-150	Dr-200						
SLW 12	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40					
SLW 30	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50					
SLW 60	0,40	0,50	0,50	0,60	0,60	0,60					

Глубина заложения в метрах [m]

Для больших номинальных внутренних диаметров требуются дополнительные механические доказательства или с конструктивно-техническими статическими расчетами. Сюда относится определение касательного напряжения при изгибе для труб > DN 500 при перевозке тяжелых грузов SLW 60, для труб > DN 350 при перевозке железнодорожных грузов и при проведении дорожно-строительных работ с глубиной заложения < 0,80 м. Расчеты проводятся согласно рабочему стандарту ATV A 127.

Класс моста согласно DIN 1072

Перевозка тяжелых грузов	Ширина контакта колес в см	Давление колес		Радиус площади давления в см	Результирующая площадь нагрузки в см ²	Расчетное давление [p] на площади нагрузки		Результирующая эквивалентная нагрузка на поверхность	
		в кН	в т			в Н/см ²	в кг/см ²	в кН/м ²	т/м ²
SLW 12	30	40	4,08	18	1017,88	39,30	4,01	6,70	0,68
SLW 30	40	50	5,10	20	1256,64	39,79	4,06	16,70	1,70
SLW 60	60	100	10,19	30	2827,43	35,37	3,61	33,30	3,39

9.6.3 Максимальная глубина заложения

С увеличением глубины залегания повышаются также нагрузки на трубу с полимерным покрытием от давления грунта. Глубину заложения следует ограничивать, независимо от рабочей температуры и транспортируемой среды, в соответствии с допустимым напряжением при срезе или сдвиге $[\tau_{PUR}]$ между ПЭВП-оболочкой и ППУ или между внутренней трубой и пеной.

Размеры стальной трубы			Одинарная труба						Двойная труба			
Номинальный внутренний диаметр в DN	Внешний диаметр d_a в мм	Толщина стенок s в мм по данным isoplus	Наружный диаметр трубы-оболочки D_n в мм			Максимально допустимая глубина заложения \bar{U}_n в м			Наружный диаметр трубы-оболочки D_a в мм		Макс. допустимая глубина заложения \bar{U}_d в м	
			Толщина изоляции			Толщина изоляции			Толщина изоляции		Толщина изоляции	
			Стандартная	1х усил.	2х усил.	Стандартная	1х усил.	2х усил.	Стандартная	1х усил.	Стандартная	1х усил.
20	26,9	2,6	90	110	125	2,10	1,70	1,45	125	140	1,70	1,50
25	33,7	3,2	90	110	125	2,65	2,15	1,85	140	160	1,90	1,65
32	42,4	3,2	110	125	140	2,70	2,35	2,10	160	180	2,10	1,85
40	48,3	3,2	110	125	140	3,10	2,70	2,40	160	180	2,40	2,15
50	60,3	3,2	125	140	160	3,40	3,00	2,60	200	225	2,40	2,10
65	76,1	3,2	140	160	180	3,85	3,35	2,95	225	250	2,60	2,40
80	88,9	3,2	160	180	200	3,90	3,45	3,10	250	280	2,70	2,40
100	114,3	3,6	200	225	250	4,00	3,50	3,15	315	355	2,75	2,40
125	139,7	3,6	225	250	280	4,35	3,90	3,45	400	450	2,60	2,30
150	168,3	4,0	250	280	315	4,70	4,15	3,65	450	500	2,70	2,40
200	219,1	4,5	315	355	400	4,80	4,25	3,70	560	630	2,75	2,40
250	273,0	5,0	400	450	500	4,65	4,10	3,65	---	---	---	---
300	323,9	5,6	450	500	560	4,90	4,35	3,85	---	---	---	---
350	355,6	5,6	500	560	630	4,80	4,25	3,70	---	---	---	---
400	406,4	6,3	560	630	670	4,90	4,25	3,95	---	---	---	---
450	457,2	6,3	630	670	710	4,85	4,50	4,20	---	---	---	---
500	508,0	6,3	670	710	800	5,05	4,70	4,10	---	---	---	---
600	610,0	7,1	800	900	1000	5,00	4,35	3,80	---	---	---	---
700	711,0	8,0	900	1000	---	5,10	4,50	---	---	---	---	---
800	813,0	8,8	1000	1100	---	5,20	4,65	---	---	---	---	---
900	914,0	10,0	1100	1200	---	5,25	4,75	---	---	---	---	---
1000	1016,0	11,0	1200	1300	---	5,30	4,80	---	---	---	---	---
isoflex	20	2,0	75	---	---	1,85	---	---	---	---	---	---
isoflex	28	2,0	75	90	---	2,65	2,20	---	110	---	1,50	---
isocu	22	1,0	65	---	---	2,40	---	---	90	---	2,00	---
isocu	28	1,2	75	---	---	2,65	---	---	90	---	2,50	---
isorex и isoclima	20	2,0	---	---	---	---	---	---	75	---	2,20	---
	25	2,3	75	90	---	2,35	1,95	---	90	110	2,25	1,85
	32	2,9	75	90	---	3,05	2,50	---	110	125	2,40	2,10
	40	3,7	90	110	---	3,15	2,55	---	125	140	2,55	2,35
	50	4,6	110	125	---	3,20	2,80	---	160	180	2,50	2,25
	63	5,8	125	140	---	3,55	3,15	---	180	---	2,75	---
	75	6,8	140	160	---	3,80	3,30	---	---	---	---	---
	90	8,2	160	180	---	3,95	3,50	---	---	---	---	---
	110	10,0	180	---	---	4,30	---	---	---	---	---	---
	125	11,4	180	225	---	4,90	3,90	---	---	---	---	---
160	14,6	250	---	---	4,65	---	---	---	---	---	---	

ВНИМАНИЕ! Указанные в таблице значения действуют для почв с удельным весом 19 кН/м^3 , внутренним углом трения грунта $[\varphi] 32,5^\circ$ и для значений толщины стенок по данным isoplus (см. главы 2.2 и 2.3). Вне мест установки подвижных опор или подвижных колен, согласно AGFW FW 401, часть 10 и EN 253, допустимое напряжение на срез $\tau_{PUR} \leq 0,04 \text{ Н/мм}^2$.

9.6 Засыпка

9.6.4 Плита для распределения нагрузки

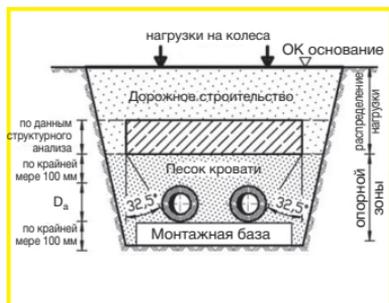
В случае несоблюдения минимальной или максимальной глубины заложения следует предпринять строительно-технические защитные меры. Эти меры должны быть достаточными, чтобы обеспечить защиту трубы с полимерной оболочкой от превышения максимально допустимого давления на вершущу трубы, которое составляет 20 Н/см^2 или 2 кг/см^2 .

В качестве средств распределения нагрузки могут монтироваться стальные плиты, защищенные от коррозии, или железобетонные плиты с маркой бетона В25. Длина плит обоих типов должна не менее чем на 100 см превышать длину защищаемого участка трассы КМР. Определение точной толщины, армирования и возможно необходимых фундаментов должно проводиться специалистом по статике сооружений. Перед выполнением работ следует получить согласие от инженеров-проектировщиков **isoplus**.

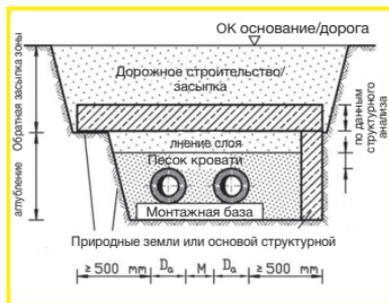
Распределительная плита

Такие плиты предназначены для снижения высоких точечных нагрузок (давления транспортных грузов) в случае несоблюдения минимальной глубины заложения.

Распределительные плиты должны быть достаточной ширины, чтобы при значении угла распределения нагрузки $32,5^\circ$ выходить за пределы трубы с полимерной оболочкой.

Подпорная плита

Для снижения высоких поверхностных нагрузок (от транспортных грузов и давления грунта) при превышении максимальной глубины заложения предназначены подпорные плиты. Они должны устанавливаться с двух сторон, т. е. вдоль длины траншеи, в прочный (естественный) грунт. Если это невозможно обеспечить, следует предусмотреть дополнительные полосные или точечные фундаменты. Ширина плиты должна не менее чем на 50 см превышать защищаемую область.



9.7.1 Обеспечение качества на строительной площадке

Для выполнения работ на строительной площадке необходимо установить правила для качественной оценки отдельных этапов, что поможет оптимизировать условия монтажа труб с полимерной оболочкой. Эти правила будут в равной степени распространяться на подземные строительные работы, укладчика труб и производителя труб. Ниже важнейшие для подземных строительных работ параметры проверки приведены в хронологическом порядке этапов строительства.

Этап работ	Исполнение и результат
Проверка эксплуатационной надежности и назначения инструментов для выполнения запланированного рабочего процесса	- Надлежащим образом выполнить работы можно только в случае использования надлежащих инструментов
Проверка размеров траншеи: ширина и глубина траншеи в соответствии с размерами трубы	- Создание оптимальных рабочих условий для укладчиков и монтеров муфтовых соединений; свободный доступ для выполнения работ в области сгибов, подвижных опор и муфтовых соединений
Проверка исполнения траншеи	- Обеспечение ровного и свободного от камней дна для укладки с боковой защитой траншеи и свободными от воды и шлама монтажными зонами на протяжении всего времени проведения работ
Засыпка траншеи — создание песчаной подушки	- Создание слоя не содержащего камней песка минимальной толщиной 10 см вокруг трубы с полимерным покрытием; деревянные брусья должны быть извлечены перед засыпкой; размер зерна песка: 0–4 мм (класс NS 0/2); учитывать кривую гранулометрического состава
Засыпка траншеи — заполняющий материал	- Послойное засыпание не содержащего камней, несвязного, способного к уплотнению материала

Об этом см. также Монтажные условия **isoplus**, глава 11.5.2.