МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ПОСОБИЕ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТРУБОПРОВОДОВ, ПРОКЛАДЫВАЕМЫХ В ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТКАХ (к ВНТП 1-86)

Москва
1986

gost.e-ecolog.ru

ПОСОБИЕ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТРУБОПРОВОДОВ, ПРОКЛАДЫВАЕМЫХ В ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТКАХ *

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящее пособие предназначено для проектирования трубопроводов различного назначения, прокладываемых в подземных выработках угольных и сланцевых шахт (далее в тексте для краткости "Трубопроводы").

Пособие не предназначено для проектирования технологических трубопроводов гидрошахт.

I.2. При проектировании трубопроводов должны соблюдаться требования общесоюзных и ведомственных нормативных документов по проектированию, стандартов , правил безопасности и правил технической эксплуатации.

I.3. В соответствии с назначением трубопроводы подразделяются на :

противопожарно-оросительные,
шахтного водоотлива,
закладочного материала,
сжатого воздуха,
дегазационные,
шахтных систем кондиционирования воздуха.

I.4. Трубопроводы подразделяются на магистральные, обслуживающие группу участков или выработок, и участковые, обслуживающие один участок или одну выработку. Трубопроводы, прокладываемые в стволах, относятся к магистральным.

---

* Пособие разработано институтом "Донгипрошахт"

I.5. При проектировании трубопроводов надлежит принимать оптимальные в технико-экономическом отношении схемы и способы прокладки, конструктивные решения, а также диаметры и толщины стенок и марки стали труб, фасонные детали и другие изделия.

I.6. Все трубопроводы, независимо от наличия противокоррозийного покрытия или тепловой изоляции, должны окрашиваться в следующие опознавательные цвета:

красный	-	противопожарно-оросительный,
черный	-	водоотлива,
синий	-	закладочного материала,
голубой	-	сжатого воздуха,
серый	-	холодоносителя,
зеленый	-	конденсаторной воды (при кондиционировании),
желтый	-	дегазации.

Окраску следует производить полосой шириной 50 мм по всей длине или кольцами шириной 50 мм через I50-200 м.

2. ПРОКЛАДКА ТРУБОПРОВОДОВ

2.I. Размещение трубопроводов должно обеспечивать доступность и удобство их осмотра, монтажа и демонтажа при соблюдении требований "Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах".

Допускается прокладка трубопроводов в специально пробуренных скважинах.

При необходимости прокладки более пяти стволовых трубопроводов следует рассматривать и обосновывать технико-экономическим сравнением вариантов целесообразность проходки специального коммуникационного ствола, оснащенного клетевым подъемом.

2.2. При давлении в трубопроводе более 6,4 МПа следует предусматривать защитные устройства, исключающие возможность поражения людей при нарушении герметичности разъемных соединений.

Прокладка трубопроводов в вертикальных выработках

2.3. Напорные трубопроводы должны располагаться, как правило, в трубо-кабельных отделениях стволов, оборудованных клетевыми подъемами.

2.4. Для трубопроводов, имеющих быстроразъемные или фланцевые соединения, зазоры между трубой и крепью отвола должны быть, как правило, не менее указанных в табл. I.

Таблица I

Условное давление, МПа		Условный диаметр трубопровода, мм		Зазор между трубой и крепью, мм, не менее
свыше	до	свыше	до	
0	4	0	I00	I20
		I00	200	I30
		200	450	I60
		450	500	200
4	6,3	0	I00	I30
		I00	200	I60
		200	450	I70
6,3	I0	0	I00	I40
		I00	200	I80
		200	400	200
I0	I6	0	I00	I50
		I00	200	200
		200	300	225

2.5. Размещение трубопроводов в вертикальных отволах должно обеспечивать возможность подъема и опуска труб при их замене.

2.6. Отклонения оси трубы от проектного положения в местах ее крепления на участках между соседними хомутами не должны превышать 50 мм.

Прокладка трубопроводов в наклонных и горизонтальных выработках

2.7. Трубопроводы следует располагать, как правило, со

стороны прохода для людей на кронштейнах, подвесках или по почве выработки на подкладках. На пересечениях выработок допускается расположение трубопроводов в заглублениях под рельсовыми путями.

В выработках с дующими породами прокладка трубопроводов по почве не допускается.

2.8. При наличии локомотивной откатки (кроме откатки контактными электровозами) и расположении трубопровода над подвижным составом зазор между выступающими частями трубопровода и габаритом подвижного состава должен быть не менее 250 мм, а расстояние между выступающими частями трубопровода и шпалами (межрельсовым перекрытием) - не менее 1800 мм.

2.9. Зазор между трубопроводом и крепью, а также между параллельными трубопроводами должен быть не менее 100 мм .

2.10. Переход магистральных газопроводов, проложенных по наклонным стволам, через сопряжения с горизонтальными выработками следует предусматривать в канавке на почве таким образом, чтобы исключалась возможность образования водяных пробок и повреждения трубопровода при движении транспорта.

2.11. На трубопроводах, заполненных жидкостью, необходимо предусматривать в нижней их части сливной трубопровод с задвижкой для выпуска жидкости в водозаборный колодец или в водоотливную канавку. Наружный диаметр и толщину стенки сливного трубопровода следует определять по номограмме (приложение 2).

3. КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТРУБОПРОВОДАМ

3.1. Принятая в проекте конструкция трубопровода должна обеспечивать:

безопасную и надежную эксплуатацию;

удобство монтажа;

ведение технологического процесса в соответствии с проектными параметрами;

возможность выполнения работ по контролю и испытанию;

предотвращение образования воздушных и водяных пробок.

3.2. Прокладку трубопроводов в стволах следует предусматривать, как правило, из труб длиной до 12,5 м или, по согласованию с заказчиком и монтажной организацией, - свар-

ными плетями. По остальным горным выработкам длину труб следует принимать 6-8 м.

Длина труб участковых закладочных трубопроводов должна приниматься до 4 м, в очистных забоях - до 2 м.

Соединения трубопроводов

3.3.Для трубопроводов закладочного материала следует применять только быстроразъемные соединения, для дегазационных трубопроводов - фланцевые соединения. Для остальных трубопроводов должны, как правило, применяться быстроразъемные соединения, а там, где они не проходят по техническим условиям , - фланцевые соединения. Применение сварных соединений в условиях , регламентированных Правилами безопасности, следует предусматривать по согласованию с производственным объединением.

3.4. Проектом должно быть оговорено, что сварные соединения следует производить на расстоянии не менее:

250 мм от опор и подвесок;

200 мм от начала изгиба;

300 мм от опор до сварных штуцеров и бобышек.

3.5. Разъемные соединения на трубопроводах, сваренных встык, следует предусматривать в местах подключения трубопроводов к аппаратам, арматуре и другому оборудованию, требующему в процессе эксплуатации периодической разборки или замены.

3.6. Резьбовые соединения на трубопроводах допускается предусматривать для вспомогательных трубопроводов (трубопроводов, предназначенных для слива конденсата или отстоя из водомаслоотделителей, воздухосборников, для водоснабжения камер и т.п.)

Размещение арматуры

3.7. Трубопроводную арматуру следует располагать в доступных для ее обслуживания местах.

3.8. Задвижки (вентили), предназначенные для отключения отдельных участков трубопроводов, должны предусматриваться:

на всех ответвлениях водопроводных линий с числом пожарных кранов на линии не менее трех;

на водопроводных линиях, не имеющих ответвлений, через каждые 400 м;

на всех ответвлениях от магистрального трубопровода сжатого воздуха и газопровода;

на каждой ветви участкового газопровода;

на каждой действующей дегазационной скважине;

на всех ответвлениях трубопроводов систем кондиционирования воздуха и на участках, не имеющих ответвлений, через каждые 500 м.

Крепление трубопроводов

3.9. Для крепления трубопроводов в вертикальных стволах следует предусматривать опоры (отулья и колена). Первый опорный отул должен быть установлен на расстоянии не более 50 м от устья ствола. Расстояния между последующими отульями, а также между последним отулом и коленом не должны превышать приведенных в табл. 2.

3.10. Опоры и подвески для трубопроводов следует располагать по возможности ближе к арматуре, фланцам, тройникам и другим элементам, где имеется сосредоточенная нагрузка, а также к местам поворота трассы.

Таблица 2

Условный проход трубопровода, мм	до 150	200-250	300-350	400 и более
Расстояние между опорными отульями, м, не более	200	150	100	80

3.11. Для предохранения вертикальных трубопроводов от продольного изгиба необходимо предусматривать установку направляющих опор (хомутов), расстояние между которыми определяется согласно рекомендуемым приложениям 3 и 4.

Крепление хомутов в стволе следует, как правило, предусматривать непосредственно к крепи или специальным расстрелам, которые не связаны с элементами армировки, несущими проводники подъемных сосудов.

3.12. Для крепления трубопроводов, прокладываемых или подвешиваемых в выработках с углом наклона от 5° до 30°, следует применять противоугонные устройства, а при углах наклона более 30° - опорные отульи и колена. При углах наклона до

5° крепление трубопровода неподвижными опорами предусматривать не следует.

3.13. В горизонтальных и наклонных выработках опоры и подвески труб следует располагать в соответствии с рекомендациями типовых конструкций "Узлы крепления трубопроводов в вертикальных и наклонных шахтных стволах и протяженных горных выработках" (Южгипрошахт, Минуглепром СССР).

3.14. В выработках с углами наклона 30° и более при расположении трубопровода на подкладках по почве следует предусматривать дополнительное закрепление его односторонними подвесками со стяжными муфтами через каждые 50-75 м, а в месте сопряжения с горизонтальными выработками - установку опор или опорных колен.

Предохранительные устройства

3.15. На трубопроводах, прокладываемых в вертикальных и наклонных выработках с углом наклона больше 5°, необходимо предусматривать телескопические сальниковые компенсаторы с компенсирующей способностью 200 мм.

3.16. На трубопроводах, прокладываемых в вертикальных выработках, компенсаторы следует устанавливать в верхней части каждого участка труб, заключенного между жесткими опорными конструкциями.

3.17. На трубопроводах, прокладываемых в наклонных выработках с углом наклона 30° и более, компенсаторы устанавливаются через 150-200 м.

3.18. В наклонных выработках с углом наклона менее 30° расстояние между компенсаторами следует определять по формуле:

$$l_0 = \frac{\Delta l}{\alpha \cdot \Delta t}, \text{ м},$$

где Δl - компенсирующая способность компенсатора, м;

α - коэффициент линейного расширения материала труб (для стали $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$, м/м.°С);

Δt - разность температур, воздействующих на трубопровод, °С.

4. ЗАЩИТА ТРУБОПРОВОДОВ ОТ КОРРОЗИИ

4.1. При расчетной величине коррозионного износа больше предельных величин, указанных в п.6.2., для увеличения срока службы трубопровода необходимо, как правило, предусматривать противокоррозионную защиту.

4.2. Противокоррозионная защита трубопроводов должна проектироваться по соответствующим инструкциям или по рекомендациям НИИ.

4.3. Для транспортирования кислотных вод (pH<5) должны применяться трубы, детали и арматура с кислотоустойчивой футеровкой и наружной изоляцией либо из кислотостойких материалов.

4.4. Для стальных трубопроводов, прокладываемых в выработках с откаткой контактными электровозами, необходимо предусматривать защиту от блуждающих токов.

5. ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

5.1. Тепловую изоляцию следует предусматривать для систем кондиционирования шахтного воздуха.

5.2. При выборе теплоизоляционных материалов и конструкций следует руководствоваться требованиями главы СНиП по проектированию тепловых сетей, "Инструкцией по проектированию технологических стальных трубопроводов" Госстроя СССР, нормативными документами и рекомендациями научно-исследовательских институтов.

5.3. Тепловая изоляция трубопроводов, как правило, должна предусматриваться при температуре холодоносителя равной или более низкой, чем температура точки росы для расчетных условий, и при температуре конденсаторной воды выше средней температуры воздуха в выработках. Отказ от тепловой изоляции в этих случаях должен быть обоснован технико-экономическими расчетами.

5.4. Все элементы теплоизоляционных конструкций должны выполняться из негорючих или трудногораемых материалов, допущенных к применению в шахтах.

5.5. Фланцевые соединения, арматуру, опорные отулья и компенсаторы допускается временно (до разработки надежных конструкций для их изоляции в горных выработках) не теплоизолировать

6. МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Трубы и фасонные части

6.I. Для трубопроводов, транспортирующих жидкости (шахтного водоотлива, противопожарно-оросительного и систем кондиционирования воздуха) рекомендуемые материалы и толщина стенки даны в рекомендуемых приложениям 5, 6, 7 и 8.

Для трубопроводов сжатого воздуха и дегазационных трубопроводов толщину стенки труб рекомендуется принимать по рекомендуемым приложениям 9 и I0.

Для трубопроводов с рабочим давлением 2,5 МПа и менее должны приниматься , как правило, сварные трубы, а для трубопроводов с рабочим давлением свыше 2,5 МПа допускается применение сварных труб, поставляемых в термообработанном виде,

процентов которых подвергнуты контролю сварных швов физическими методами.

В приложениях 5,6,7 и 8 приведены минимальные толщины стенки трубы, которые следует принимать и при давлениях ниже тех, для которых эти толщины указаны.

Для трубопроводов с параметрами, отличными от учтенных таблицами приложений 5-I0, толщину стенки стальных трубопроводов следует определять в соответствии с "Указаниями по расчету трубопроводов различного назначения" Госстроя СССР с учетом минусовых допусков, предусмотренных ГОСТ на трубы, и коррозионного износа (см. приложение I)

6.2. Величину коррозионного износа следует определять по формуле, приведенной в приложении I.

Предельное значение коррозионного износа следует принимать для участковых трубопроводов 2 мм, для магистральных - 4 мм.

Для выработок с длительным сроком службы (околоствольные дворы, квершлаги, штреки основного горизонта) срок службы трубопровода должен приниматься равным или кратным сроку службы выработки, в которой он проложен.

Для трубопроводов, прокладываемых в отвалах, кроме трубопроводов закладочного материала, срок службы следует принимать не менее I5 лет.

Расчетный срок службы участкового трубопровода должен быть равен сроку службы участка или быть больше этого срока с возможностью повторного использования трубопровода на других участках.

6.3. Расчетные давления на отдельных участках трубопровода определяются по формуле:

$$P = P_p + \kappa P_н \quad , \text{ где}$$

P_p – рабочее или статическое давление на данном участке (принимается большая величина);

$P_н$ – наибольшее рабочее или статическое давление в трубопроводе;

κ – коэффициент ударного давления, принимаемый для жидкости и пульпы $\kappa = 0,4$, для газа $\kappa = 0,2$.

6.4. Для высоконапорных вертикальных трубопроводов, транспортирующих жидкости, необходимо предусматривать секционирование на участки с различной толщиной стенок труб предпочтительно с давлениями в них 4,0; 6,3; I0,0 и I6,0 МПа.

6.5. Для трубопроводов закладочного материала необходимо, как правило, применять биметаллические трубы с внутренним слоем из легированной стали, либо стальные трубы, футерованные износостойкой резиной. Допускается применение и других эффективных методов упрочнения внутренней поверхности труб и фасонных частей. Выбор способа повышения износостойкости труб следует обосновывать технико-экономическим сравнением вариантов.

6.6. В проектах должны предпочтительно применяться трубы, изготавливаемые заводами, находящимися в районе расположения проектируемого объекта.

6.7. Тройники, отводы, переходы и т.п. при условном давлении до I0 МПа следует принимать по ГОСТ I7374 до ГОСТ I7380 "Детали трубопроводов бесшовные приварные из углеродистой стали". При условном давлении свыше I0 МПа толщину стенок этих деталей следует определять по "Указаниям по расчету стальных трубопроводов различного назначения" Госстроя СССР с учетом коэффициентов перегрузки рабочего давления и корро-

вионного износа.

6.8. Выбор арматуры следует производить по большему давлению - рабочему или статическому.

Фланцы и прокладки

6.9. Фланцы и крепежные детали к фланцевым соединениям следует, как правило, принимать по рекомендуемому приложению II. Предпочтение следует отдавать фланцам свободным на приварном кольце. Для трубопроводов сжатого воздуха, кроме стволовых, предпочтительными являются фланцы с тороидальной проточкой.

6.10. Для уплотнения фланцевых соединений следует применять прокладки из негорючих и водоустойчивых материалов (паронит, клингерит, спирально-навитые и др.).

Для трубопроводов сжатого воздуха, прокладываемых по стволам, следует применять паранитовые прокладки, а для остальных случаев - прокладки из резины на основе СКН - 26.

Прокладки из паронита выбираются по ГОСТ 481-80 и ГОСТ 15180-70 по расчетному давлению среды в трубопроводе.

При расчетном давлении более 10 МПа следует применять спиральнонавитые прокладки (СНП) по ТУ 38144233-77.

Опоры и подвески

6.11. Детали и узлы крепления трубопроводов следует принимать по типовым конструкциям, приведенным в типовом проекте "Узлы крепления трубопроводов в вертикальных и наклонных стволах и протяженных горных выработках" (Южгипрошахт, Минуглепром СССР).

Допускается применение индивидуальных конструкций крепления трубопроводов с учетом требований государственных стандартов и нормативных документов.

6.12. Конструкции опорных стульев и балок под них в вертикальных стволах следует рассчитывать на суммарную нагрузку от веса трубопровода между вышестоящей и нижестоящей опорами.

6.13. Конструкцию нижней опоры (колена) и ее опорных балок следует рассчитывать на суммарную нагрузку от веса

труб на участке до первой вышестоящей опоры и от усилия, определяемого произведением расчетного давления в нижней части трубопровода на его проходное сечение.

6.I4. Опорные балки под стулья и колена не допускается связывать с армировкой отвола. При расчете опорных балок следует принимать трехкратный запас прочности относительно временного сопротивления. Кроме того, конструкция опорных балок должна быть проверена на устойчивость.

7. ИСПЫТАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ

7.I. Все виды шахтных трубопроводов должны подвергаться испытаниям: дегазационные и сжатого воздуха подвергаются пневматическим испытаниям, все остальные виды трубопроводов - гидравлическим. Вид испытания и величину испытательного давления следует указывать в проекте.

7.2. При рабочих давлениях до 0,5 МПа величина испытательного гидравлического давления должна на 50% превышать рабочее давление, но быть не менее 0,2 МПа.

При рабочих давлениях 0,5 МПа и более величина испытательного гидравлического давления должна превышать рабочее давление на 25% и не менее чем на 0,3 МПа.

8. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Противопожарно-оросительный трубопровод

8.I. При проектировании противопожарно-оросительного трубопровода надлежит руководствоваться требованиями настоящего пособия, а также указаниями "Инструкции по противопожарной защите угольных и сланцевых шахт".

8.2. Противопожарно-оросительные трубопроводы могут быть тупиковыми или кольцевыми в зависимости от схемы горных выработок.

8.3. Специальные противопожарные трубопроводы (не совмещенные с оросительными) допускается содержать незаполненными водой.

8.4. Возможность использования в качестве резерва для целей пожаротушения трубопроводов сжатого воздуха следует проверять расчетом на прочность.

8.5. Для обеспечения возможности подачи воды на пожаротушение с поверхности и из водосборников центрального водоотлива противопожарно-оросительный трубопровод в районе околоствольного двора следует соединять с водоотливными ставами через тройник воздушного разрыва. При этом, в случае необходимости, должны быть предусмотрены редукционные клапаны для гашения избыточного напора и дополнительный трубопровод для сброса избытка воды в водосборник водоотлива.

8.6. При необходимости наличия двух подающих противопожарно-оросительных трубопроводов, прокладываемых в вертикальных стволах (рабочего и резервного), их допускается располагать в разных стволах.

8.7. Для гашения избыточного напора в сети следует предусматривать установку гидроредукторов - рабочих и резервных, а также обходную задвижку (вентиль) с ручным приводом. После гидроредукторов необходимо устанавливать предохранительный клапан, отрегулированный на давление, равное запорному давлению гидроредукторов.

8.8. Количество и расположение гидроредукторов в стволах следует определять проектом. Гидроредукторы предпочтительно располагать на промежуточных горизонтах.

8.9. Подача воды в очистные забои должна предусматриваться по временным линиям из водогазопроводных труб и резинотканевых рукавов.

8.10. Трубопроводы, предназначенные для создания завес в устьях шурфов, не имеющих на поверхности противопожарных трубопроводов, должны иметь вывод на поверхность, заканчивающийся пожарным краном для подачи воды от передвижных средств пожаротушения. Перед пожарными кранами следует устанавливать диафрагмы с калиброванными отверстиями или редукционные клапаны.

8.II. Противопожарно-оросительные трубопроводы следует рассчитывать из условий подачи воды до границ шахтного поля.

8.I2. При расчете противопожарно-оросительного трубопровода скорости движения воды в трубах следует принимать в пределах до 2,0 м/с при технологическом расходе и до 4,0 м/с при расходе на пожаротушение.

8.I3. Потребители воды, нормы расхода воды для борьбы с пылью в подземных выработках, коэффициенты одновременности работы однотипных потребителей следует принимать по "Руководству по борьбе с пылью в угольных шахтах".

8.I4. Диаметры противопожарно-оросительного трубопровода следует определять по таблицам для гидравлического расчета труб или с помощью номограммы и таблиц (приложение I2). Величину потерь напора на местных сопротивлениях следует принимать 5% от потерь напора, рассчитанных по длине трубопровода.

Условный проход трубопроводов, соединяющих пожарные краны с магистральными и участковыми трубопроводами, а также отводов кранов и пожарных гаек, следует принимать не менее 65 мм. Диаметр труб временных забойных водопроводов следует определять расчетом.

8.I5. Пожарный кран и подсоединительную головку пожарного отвода необходимо располагать на высоте не более I,8 м от почвы выработки в местах, удобных для обслуживания.

8.I6. Установка пожарных кранов на трубопроводах в вертикальных стволах не допускается.

Трубопровод водоотлива

8.I7. Выбор схем и оптимального диаметра трубопроводов шахтного водоотлива следует производить по Нормам технологического проектирования главного и участкового водоотлива.

8.I8. Пропускная способность трубопровода для перепуска воды с вышележащего горизонта на нижележащий проверяется по формуле:

$$Q = 3600\,\mu\,\frac{\pi d_в^2\sqrt{2gH}}{4}\ ,м^3/ч$$

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{\lambda\frac{\ell}{d_в}+\sum\xi+1}}$$

где: μ – коэффициент расхода;
$d_в$ – внутренний диаметр трубы;
H – геометрическая высота перепада, м;
g – ускорение силы тяжести, м/с^2;
ℓ – длина трубопровода, м;
$\sum\xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений фасонных частей трубопровода;
λ – коэффициент гидравлического трения, принимаемый по "Методике расчета режимов параллельной работы насосов..." ВНИИГМ им. М.М.Федорова.

Толщина стенки перепускного трубопровода рассчитывается аналогично нагнетательному трубопроводу.

Трубопровод закладочного материала

8.19. Трубопроводы закладочного материала следует проектировать с наименьшим количеством изгибов и поворотов.

Радиусы поворотов должны быть не менее пяти условных проходов трубы.

8.20. Для облегчения замены секции трубопровода следует предусматривать с допускаемым отклонением по длине ± 2,0 мм.

8.21. С целью облегчения монтажа и замены отдельных секций пневмозакладочного трубопровода быстроразъемные соединения следует предусматривать с односторонним уплотнением (с трапециевидной канавкой в одном из фланцев). Через каждые 50 м следует предусматривать телескопические секции.

8.22. Через каждые 100 м пульпопровода должны устанавливаться тройники с заглушками для его разбучивания и опорожнения. Закрепление заглушек на тройниках следует предусматривать быстроразъемными соединениями.

8.23. Через каждые 20–30 м на пневмозакладочном трубопроводе должны предусматриваться отверстия с болтами диаметром 12 мм для обнаружения мест закупорки пульпы.

8.24. Для опорожнения пульпопровода у его основания необходимо предусматривать патрубок с задвижкой и отводом.

8.25. Расчет параметров трубопроводов для закладочного материала следует производить в порядке, изложенном в соответствующих нормативных документах.

Трубопровод сжатого воздуха

8.26. Расчеты пневматической сети должны производиться по нормам технологического проектирования компрессорных станций и воздухопроводных сетей шахт.

Дегазационный трубопровод

8.27. Дегазационные трубопроводы следует проектировать в соответствии с "Руководством по дегазации угольных шахт" и "Технологическими схемами и методикой проектирования дегазации оближенных пластов и выработанных пространств для столбовых систем разработки угольных пластов Донбасса".

8.28. Протяженность газопроводов в подземных выработках должна быть минимальной. Удаление газа из шахты следует предусматривать по кратчайшим направлениям через ближайшие общего назначения или специальные выработки, а также, где это целесообразно, через скважины, пробуренные с поверхности.

8.29. На каждой действующей скважине, в конце участкового газопровода, а также в конце сборных трубопроводов необходимо предусматривать устройства для подключения аппаратуры измерения расхода, разрежения газа и содержания в нем метана.

8.30. На дегазационных трубопроводах у стволов, а также в других местах возможного скопления воды должны быть установлены водоотделители. Водоотделители следует также устанавливать у каждой действующей скважины или у группы скважин, если на них поступает вода.

Трубопровод систем кондиционирования воздуха

8.31. Определение оптимальных параметров подземных сетей распределения холодоносителя (ПСРХ) необходимо производить в соответствии с "Методикой проектирования подземной сети распределения холодоносителя" ВОМ 79-Iп, "Руководством по применению установок кондиционирования воздуха в глубоких шахтах" и "Руководством по проектированию вентиляции угольных шахт".

8.32. При построении гидравлической характеристики ЦТП следует учитывать потери напора в трубопроводе, определяемые по номограмме (приложение 12), и в местных сопротивлениях.

8.33. В замкнутых системах циркуляции воды должна предусматриваться расширительная емкость, сообщающая систему с атмосферой в точке с максимальной геодезической отметкой и минимальным манометрическим давлением.

Расширительная емкость должна соединяться с системой прямым трубопроводом, обеспечивающим свободный выход воздуха из системы.

Необходимый полезный объем расширительной емкости определяется по формуле:

$$V_p = 0{,}045\ V_c,$$

где V_c - объем воды в системе, л.

8.34. В верхних точках циркуляционных сетей холодо- и теплоносителя следует предусматривать штуцеры - воздушники для выпуска воздуха, в нижних точках - сливные штуцеры с запорной арматурой или заглушкой и приспособлениями для подсоединения постоянных или съемных труб или шлангов.

Диаметры сливных штуцеров и воздушников следует принимать по табл.3.

Таблица 3

Условный проход трубопровода, мм	80	100-150	200-300	350 и более
Диаметр штуцера, мм	15	20	25	32

8.35. Для заполнения замкнутых циркуляционных сетей необходимо предусматривать патрубки с запорной арматурой.

8.36. Обвязка трубопроводов в камерах холодильных машин и теплообменников должна обеспечивать возможность промывки системы, минуя холодильные машины и теплообменники.

8.37. На трубопроводах системы кондиционирования в местах подключения их к оборудованию должны устанавливаться фильтры-грязевики.

8.38. Трубопроводы, подлежащие теплоизоляции, должны защищаться от коррозии как трубопроводы без тепловой изоляции.

8.39. С целью приближения станций холодильных машин на поверхности к систем оборотного водоснабжения подземных холодильных машин к охлаждаемым участкам следует рассматривать вариант прокладки труб холода или теплоносителя по специальным скважинам и непроветриваемым подземным выработкам.

Приложение I

Определение толщины стенки трубы

Выбор материала и толщины стенки трубы следует производить в соответствии с п. 6.I.

Для стальных трубопроводов расчетная толщина стенок определяется по формуле:

$$S = \frac{100 \cdot S_0}{100 - K} + S_K \text{, мм}$$

где S_0 - толщина стенки трубы из условия прочности, определяемая в соответствии с "Указаниями по расчету трубопроводов различного назначения". При трубах из стали 20 и СТ3 величину S_0 следует определять по номограмме (прил.I3);

S_K - коррозионный износ, предельную величину которого следует принимать согласно п. 6.2. настоящих норм;

K - коэффициент, учитывающий минусовый допуск толщины стенки трубы по ГОСТ, %

Расчетная величина коррозионного износа определяется по формуле:

$$S_K = (\alpha_1 + \alpha_2) \cdot T, \text{ мм}$$

где α_1 - скорость коррозии наружной поверхности материала трубы, принимается по табл.4;

α_2 - скорость коррозии внутренней поверхности материала, принимается по табл. 5;

T - срок службы трубопровода, год (принимается по п. 6.2).

Таблица 4

Условия эксплуатации	α_1, мм/год
Наличие взрывных работ	0,25
Отсутствие взрывных работ:	
трубопроводы без тепловой изоляции	0,15
трубопроводы с тепловой изоляцией	0,12

Таблица 5

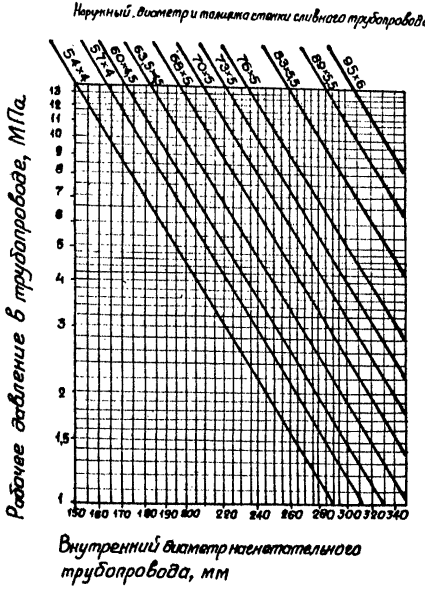
Транспортируемая среда	pH	α_2, мм/год
Водопроводная вода		0,05
Шахтная вода	более 7	0,1
То же	от 6 до 7	0,2
-"-	от 5 до 6	0,4
Закладочные пульпы	более 7	0,2
То же	от 6 до 7	0,4
-"-	от 5 до 6	0,6

Определенную расчетом величину толщины стенки трубы следует округлить до ближайшей большей стандартной.

Пример расчета шахтного вертикального трубопровода приведен в приложении 14.

Номограмма

для определения диаметра сливного трубопровода



Приложение 8

Расчет вертикального трубопровода на устойчивость

Расстояние между направляющими опорами (хомутами) определяется по формуле:

$$\ell = \frac{\ell_{кр}}{1,2} \text{ , м}$$

где ℓ кр -критическое расстояние между направляющими опорами, определяемое по номограмме (**приложение 4**). или по формуле

$$\ell_{кр} = \frac{0,073}{\cos^2 \frac{\chi - \varphi}{3}} \sqrt{\frac{\chi^2 E J}{\mathcal{P}}} \text{ , м}$$

где E - модуль упругости материала трубы, МПа;

J - осевой момент инерции трубы на конец эксплуатации, $см^4$;

$\mathcal{P}$ - расчетное усилие, определяемое по формуле:

$$\mathcal{P} = (P_к + 0,4 P_н) \frac{10^5 \pi d_к^2}{4} + \frac{q h}{10} \text{ , Н}$$

где $P_к$ - рабочее давление в телескопическом компенсаторе, МПа;

$P_н$ - рабочее давление в нижней точке трубопровода, МПа;

$d_к$ - диаметр рабочей части телескопического компенсатора, м;

q - погонный вес трубопровода с жидкостью с учетом веса фланцевых соединений, термоизоляции и т.п., Н/м;

h - высота колонны труб, м

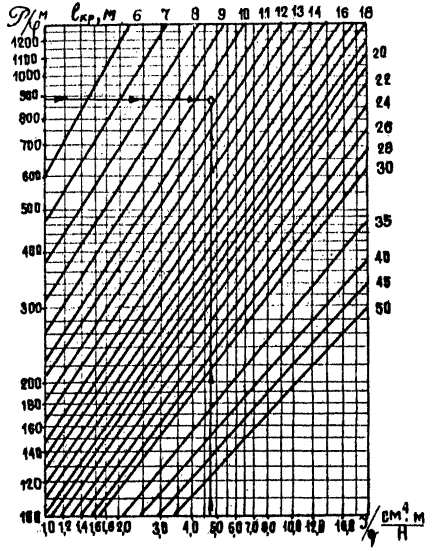
$$\varphi = \arccos 0,186 \sqrt{\frac{q^2 \chi^2 E J}{0,01 \mathcal{P}^3}}$$

Полученное расчетом расстояние между хомутами следует округлить до ближайшей меньшей величины, кратной шагу арматуры, *но не* превышающей 25 м.

Пример расчета см. приложение I4.

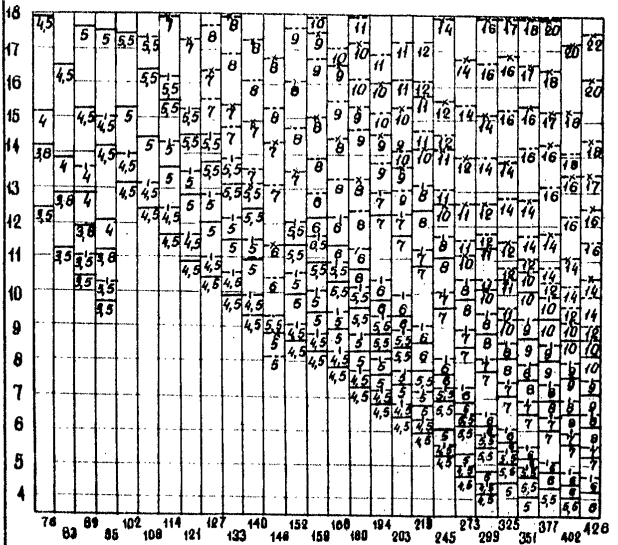
Номограмма

для определения критического расстояния между направляющими хомутами



Примечание: Обозначения величин P, q и γ указаны в прил. 3

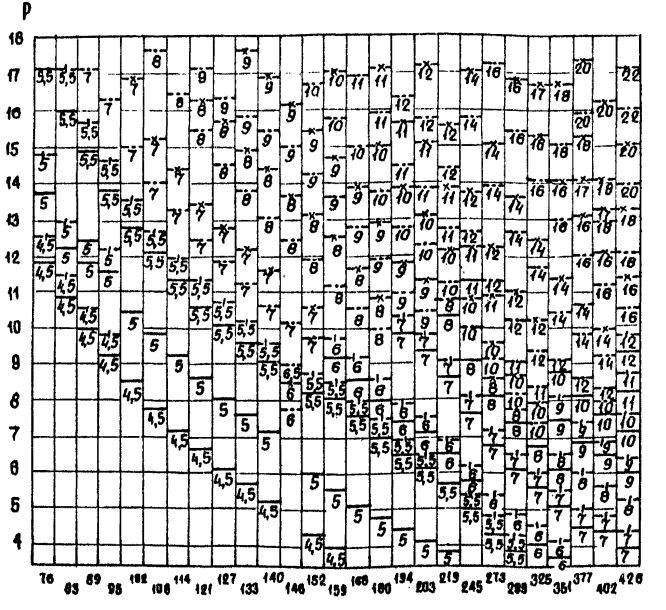
Материалы и толщина стенки трубы для трубопроводов, транспортирующих жидкости, при коррозионном износе 1 мм



Условные обозначения:

p	расчетное давление, МПа
$d_н$	наружный диаметр трубы, мм
——	трубы ГОСТ 10704-76, сталь Ст3
—I—	трубы ГОСТ 10704-76, сталь 20
— · —	трубы ГОСТ 8732-78, сталь Ст3
—X—	трубы ГОСТ 8732-78, сталь 20

Материалы и толщина стенки трубы для трубопроводов, транспортирующих жидкости, при коррозионном износе 2 мм



Условные обозначения:

p – расчетное давление, МПа

dн – наружный диаметр трубы, мм

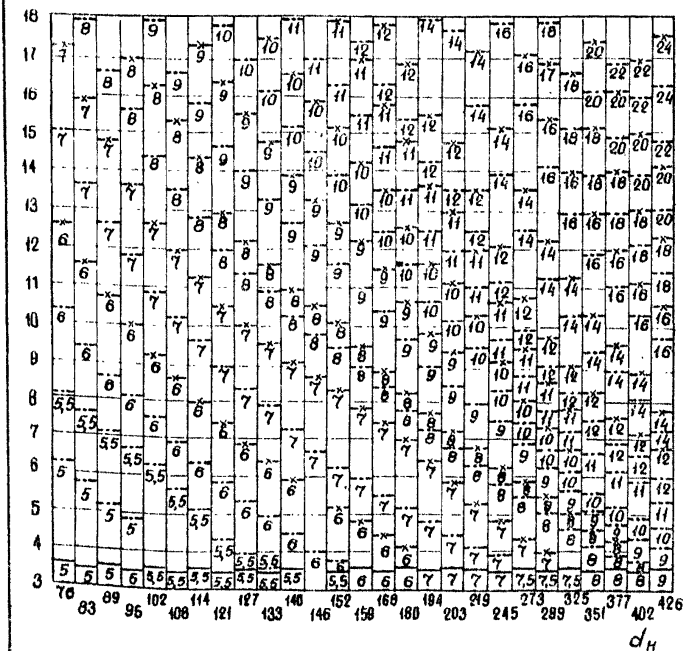
——— трубы ГОСТ 10704-76, сталь Ст3

—·— трубы ГОСТ 10704-76, сталь 20

—·—·— трубы ГОСТ 8732-78, сталь Ст3

—×— трубы ГОСТ 8732-78, сталь 20

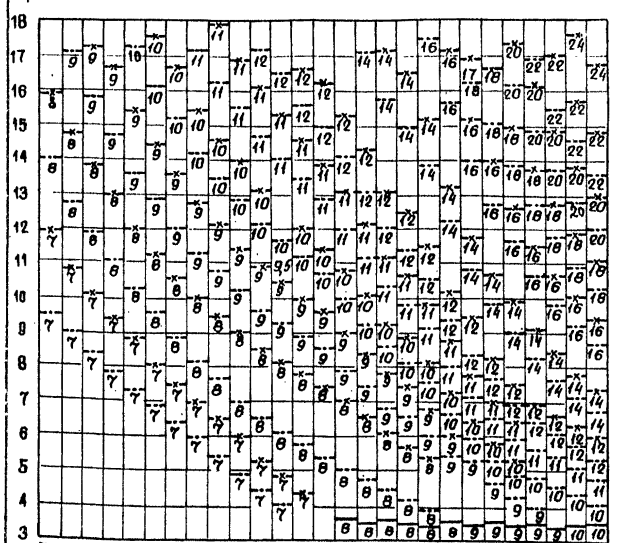
Материалы и толщина стенки трубы для трубопроводов, транспортирующих жидкости, при коррозионном износе 3мм



Условные обозначения:

p – расчетное давление, МПа
$d_н$ – наружный диаметр трубы, мм
——— трубы ГОСТ 10704-76, сталь Ст3
–·–·– трубы ГОСТ 8732-78, сталь Ст3
–×–×– трубы ГОСТ 8732-78, сталь 20

Материалы и толщина стенки трубы для трубопроводов, транспортирующих жидкости, при коррозионном износе 4 мм



Условные обозначения:

p – расчетное давление, МПа

$d_н$ – наружный диаметр трубы, мм

трубы ГОСТ 10704-76, сталь Ст 3

трубы ГОСТ 8732-78, сталь Ст 3

трубы ГОСТ 8732-78, сталь 20

Приложение 9

Материалы и толщина стенки труб для трубопроводов сжатого воздуха и дегазации (трубопровод всасывающий)

Коррозионный износ, мм	Наружный диаметр трубы, мм	Толщина стенки трубы, мм	ГОСТ или ТУ на трубы	Марка стали
I	2	3	4	5
I	60	3,5	ГОСТ 3262-75	Ст3
	76	4,0	ТУ I4-3-186-76	Ст2кп
	II4	4,5	ТУ I4-3-486-76	Ст2кп
	I52	4,5;5,0	Ту I4-3-486-76 или ГОСТ I0704-76	Ст2кп I0
	I59	4,5	ГОСТ I0704-76	I0
	2I9	4,5	ГОСТ I0704-76	I0
2	II4	5,0	ТУ I4-3-486-76	Ст2кп
	I59	5,5	ГОСТ I0704-76	I0
	2I9	5,5	ГОСТ I0704-76	I0
	273	6,0	ТУ I4-3-377-75	Ст3оп
	325	6,0	ТУ I4-3-377-75	Ст3оп
	377	7,0	ГОСТ I0704-76	Ст3пс
	426	7,0	ГОСТ I0704-76 или ТУ I4-3-377-75	Ст3пс Ст3оп
3	I59	6,0	ГОСТ I0704-76	I0
	2I9	7,0	ТУ I4-3-377-75 ГОСТ I0704-76	Ст3оп I0
	273	7,0	ТУ I4-3-377-75	Ст3пс
	325	7,0	ТУ I4-3-377-75	Ст3сп
	377	8,0	ГОСТ I0704-76	Ст3пс
	426	8,0	ТУ I4-3-377-75	Ст3оп

I	2	3	4	5
4	2I9	8,0	ТУ I4-3-377-75	СтЗсп
	273	8,0	ТУ I4-3-377-75	СтЗсп
	325	8,0	ТУ I4-3-377-75	СтЗсп
	377	9,0	ГОСТ I0704-76	СтЗпс
	426	9,0	ТУ I4-3-377-75	СтЗсп

Примечания: I. Толщина стенки трубы приняте с учетом коррозионного износа, минусового допуска и коэффициента перегрузки рабочего давления I,2.

2. Трубы с диаметром 60 и 76 мм применяются только для сетей сжатого воздуха.

Приложение I0

Материалы и толщина стенки труб для нагнетательного трубопровода дегазации

Наружный диаметр трубы, мм	Толщина стенки трубы, мм	ГОСТ или ТУ на трубы	Марка стали
2I9	6,0	ТУ I4-3-377-75 ГОСТ I0704-76	СтЗсп I0
273	8,0	ТУ I4-3-377-75	СтЗсп
325	8,0	ТУ I4-3-377-75	СтЗсп
377	9,0	ГОСТ I0704-76	СтЗпс
426	9,0	ТУ I4-3-377-75	СтЗсп
530	9,0	ГОСТ I0704-76	Ст3,Ст2

Приложение II

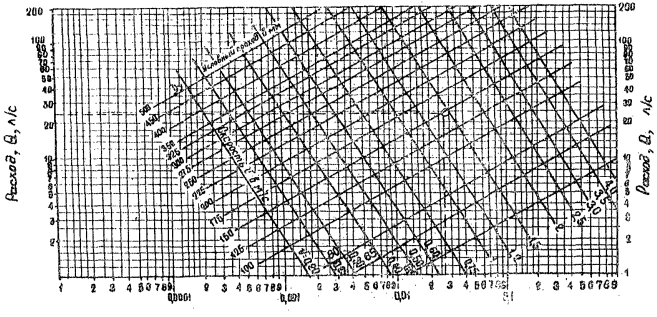
Детали фланцевых соединений

Наименование деталей фланцевых соединений	ГОСТ или ТУ	Условное давление, МПа
Фланцы	ГОСТ I2822-80	до 2,5
	ТУ I2.25.006-79	
	ГОСТ I282I-80	
	ТУ I2.22.24.I-79	4 ; 6,3
	ГОСТ I282I-80	I0 ; I6
Болты	ГОСТ 7798-70	до 2,5
Шпильки	ГОСТ 9066-75	свыше 2,5
Гайки	ГОСТ 59I5-70	до 2,5
	ГОСТ 9064-75	свыше 2,5
Гайки (контргайки)	ГОСТ 59I6-70	до I6
Шайбы	ГОСТ II37I-78	до 2,5
	ГОСТ 9065-75	свыше 2,5

Примечание. На фланцевых соединениях сетей сжатого воздуха и дегазации контргайки устанавливать не следует.

Номограмма для определения гидравлического уклона

(потерь напора)



Номограмма составлена по формуле Вл Дугво для транспортирования жидкости (без учета местных сопротивлений)

а) при скорости движения воды в трубах $V \geq 1{,}2$ м/с

$$i = 0{,}00107 \frac{V^2}{d_p^{1{,}3}}$$

б) при скорости движения воды в трубах $V < 1{,}2$ м/с

$$i = 0{,}000912 \frac{V^2}{d_p^{1{,}3}} \left(1 + \frac{0{,}867}{V}\right)^{0{,}3},$$

где i - гидравлический уклон (потеря напора на единицу длины);

d_p - расчетный внутренний диаметр трубы, мм;

V - средняя скорость движения воды, м/с

Пример расчёта: требуется определить потерю напора в водопроводе диаметром условного прохода 150мм длиной 3000м при расходе 25л/с. Толщина стенок труб 7мм.

По номограмме (см. штриховую линию): потеря давления на 1м трубы составит 0,0275 м, так как номограмма составлена для диаметров труб в условных проходах, вводится поправочный коэффициент K_1 к значению i

$3000 \times 0{,}0275 \times 0{,}81 = 66{,}8$ м

По номограмме скорость $V = 1{,}47$ м/с, вводится поправочный коэффициент K_2 к значению V

$1{,}47 \times 0{,}98 = 1{,}35$ м/с

Значения K_1 и K_2 приведены в продолжении прил. 12.

Приложение 12
(продолжение)

Поправочные коэффициенты K, к значениям i

Диаметр условного прохода, мм	Поправочные коэффициенты к значениям гидравлического уклона. Толщина стенки трубы, мм															
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	18	20	22	24
50	0,32	0,38	0,46	0,55	0,67	0,81	1	1,22	1,55	2,50	3,20	4,20	5,52	—	—	—
65	0,40	0,47	0,54	0,63	0,73	0,85	1	1,17	1,39	2,02	2,40	2,92	4,50	7,00	—	—
80	0,48	0,54	0,61	0,69	0,77	0,88	1	1,14	1,31	1,73	2,03	2,35	3,20	4,60	6,60	—
100	0,55	0,61	0,67	0,74	0,81	0,90	1	1,12	1,24	1,55	1,73	1,96	2,50	3,20	4,25	5,70
125	0,61	0,66	0,72	0,78	0,85	0,92	1	1,09	1,18	1,42	1,55	1,69	2,05	2,45	3,05	3,80
150	0,66	0,71	0,76	0,81	0,87	0,93	1	1,08	1,16	1,35	1,43	1,55	1,82	2,12	2,50	2,95
175	0,70	0,74	0,79	0,83	0,89	0,94	1	1,06	1,13	1,29	1,35	1,45	1,65	1,90	2,20	2,50
200	0,73	0,77	0,81	0,85	0,90	0,95	1	1,06	1,12	1,24	1,29	1,37	1,55	1,74	1,96	2,20
225	0,76	0,79	0,83	0,87	0,91	0,95	1	1,05	1,10	1,21	1,26	1,32	1,45	1,61	1,80	2,00
250	0,78	0,81	0,85	0,88	0,92	0,96	1	1,04	1,09	1,19	1,24	1,28	1,40	1,55	1,74	1,87
275	0,80	0,83	0,86	0,89	0,93	0,96	1	1,04	1,08	1,17	1,22	1,26	1,36	1,48	1,62	1,77
300	0,81	0,84	0,87	0,90	0,93	0,97	1	1,03	1,07	1,15	1,19	1,24	1,32	1,43	1,55	1,67
325	0,83	0,85	0,88	0,91	0,94	0,97	1	1,03	1,07	1,14	1,17	1,22	1,29	1,39	1,50	1,60
350	0,84	0,86	0,89	0,92	0,95	0,97	1	1,03	1,06	1,13	1,16	1,20	1,26	1,35	1,45	1,55
400	0,86	0,88	0,90	0,93	0,95	0,97	1	1,03	1,05	1,12	1,14	1,18	1,24	1,31	1,37	1,44
450	—	0,89	0,91	0,93	0,95	0,98	1	1,02	1,05	1,10	1,13	1,16	1,22	1,27	1,33	1,37
500	—	—	0,92	0,94	0,96	0,98	1	1,02	1,04	1,09	1,12	1,14	1,20	1,23	1,30	1,35

Приложение 12
(окончание)

Поправочные коэффициенты K_2 к значениям v

Диаметр условного прохода, мм	Поправочные коэффициенты к значениям скорости. Толщина стенки трубы, мм																
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	18	20	22	24
50	0,65	0,69	0,74	0,80	0,86	0,93	1	1,08	1,17	1,35	1,44	1,54	1,74	—	—	—
65	0,71	0,75	0,79	0,84	0,89	0,94	1	1,06	1,13	1,26	1,33	1,40	1,55	1,80	—	—
80	0,76	0,79	0,83	0,87	0,91	0,95	1	1,05	1,10	1,21	1,27	1,32	1,44	1,56	1,69	—
100	0,80	0,83	0,86	0,89	0,93	0,96	1	1,04	1,08	1,17	1,21	1,25	1,35	1,44	1,54	1,64
125	0,83	0,86	0,88	0,91	0,94	0,97	1	1,03	1,07	1,14	1,17	1,20	1,27	1,35	1,42	1,50
150	0,85	0,88	0,90	0,92	0,95	0,97	1	1,03	1,06	1,12	1,14	1,17	1,23	1,28	1,35	1,41
175	0,87	0,89	0,91	0,93	0,96	0,98	1	1,02	1,05	1,10	1,12	1,14	1,19	1,24	1,29	1,35
200	0,89	0,91	0,92	0,94	0,96	0,98	1	1,02	1,04	1,09	1,10	1,12	1,17	1,21	1,25	1,30
225	0,90	0,92	0,93	0,95	0,97	0,98	1	1,02	1,03	1,08	1,09	1,11	1,15	1,19	1,22	1,26
250	0,91	0,93	0,94	0,95	0,97	0,98	1	1,02	1,03	1,07	1,08	1,10	1,13	1,17	1,20	1,24
275	0,92	0,93	0,94	0,96	0,97	0,99	1	1,01	1,03	1,06	1,07	1,09	1,11	1,15	1,18	1,21
300	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,99	1	1,01	1,02	1,05	1,07	1,08	1,11	1,14	1,17	1,20
325	0,93	0,94	0,95	0,96	0,98	0,99	1	1,01	1,02	1,05	1,06	1,08	1,10	1,13	1,15	1,18
350	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1	1,01	1,02	1,04	1,06	1,07	1,09	1,12	1,14	1,17
400	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1	1,01	1,02	1,04	1,05	1,07	1,08	1,10	1,12	1,15
450	—	0,96	0,97	0,97	0,98	0,99	1	1,01	1,02	1,03	1,05	1,06	1,07	1,09	1,11	1,13
500	—	—	0,97	0,98	0,98	0,99	1	1,01	1,01	1,03	1,04	1,05	1,07	1,08	1,10	1,12

Приложение I2
(продолжение)

Поправочные коэффициенты K_I к значениям i

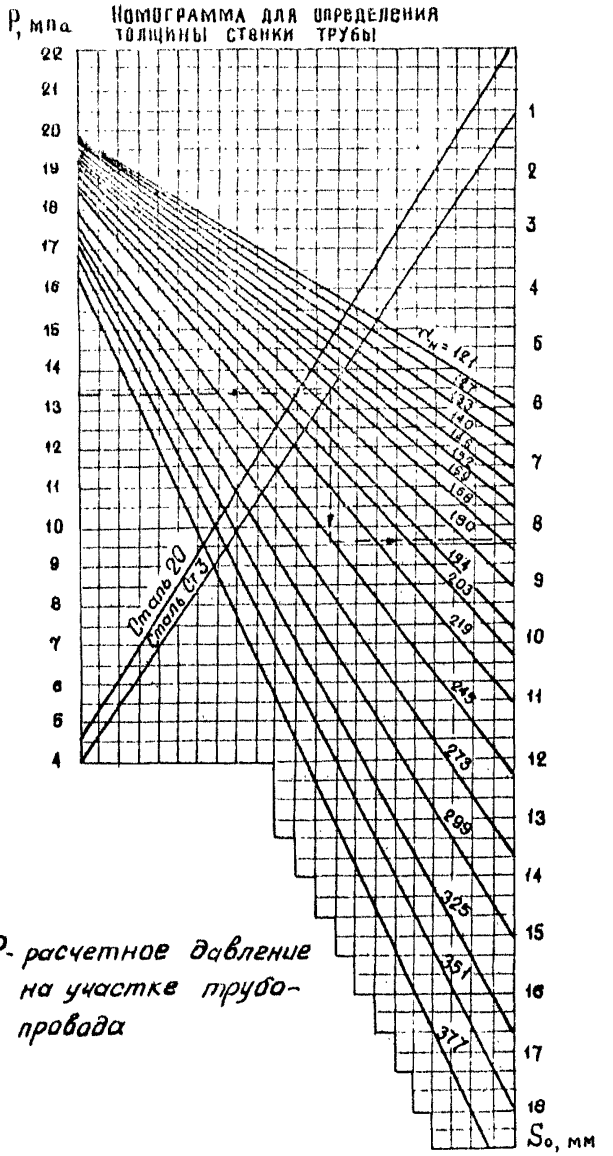
Диаметр условного прохода, мм	Поправочные коэффициенты к значениям гидравлического уклона при следующей толщине стенок трубопровода в мм										
	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
I25	0,6I	0,66	0,72	0,78	0,85	0,92	I	I,09	I,I8	I,30	I,42
I50	0,66	0,70	0,76	0,8I	0,88	0,93	I	I,08	I,I6	I,25	I,35
I75	0,70	0,74	0,79	0,83	0,89	0,94	I	I,06	I,I3	I,2I	I,29
200	0,73	0,77	0,8I	0,85	0,90	0,95	I	I,06	I,I2	I,I8	I,24
225	0,76	0,79	0,83	0,87	0,9I	0,95	I	I,05	I,I0	I,I5	I,2I
250	0,78	0,8I	0,86	0,88	0,92	0,96	I	I,04	I,09	I,I4	I,I9
275	0,80	0,83	0,86	0,89	0,93	0,96	I	I,04	I,08	I,I2	I,I7
300	0,8I	0,84	0,87	0,90	0,93	0,97	I	I,03	I,07	I,II	I,I5
325	0,83	0,85	0,88	0,9I	0,94	0,97	I	I,03	I,07	I,I0	I,I4
350	0,84	0,86	0,89	0,92	0,95	0,97	I	I,03	I,05	I,09	I,I3
400	-	0,88	0,90	0,93	0,95	0,97	I	I,03	I,05	I,08	I,I0
450	-	0,89	0,9I	0,93	0,95	0,98	I	I,02	I,05	I,07	I,I0
500	-	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	I	I,02	I,04	I,06	I,09

Приложение I2

(продолжение)

Поправочные коэффициенты K_2 к значениям v

Диаметр условного прохода, мм	Поправочные коэффициенты к значениям скорости при следующей толщине стенок трубопровода, мм										
	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
I25	0,83	0,83	0,83	0,9I	0,94	0,97	I	I,03	I,07	I,I0	I,I4
I50	0,85	0,86	0,90	0,92	0,95	0,97	I	I,03	I,06	I,09	I,I2
I75	0,87	0,89	0,9I	0,93	0,96	0,98	I	I,02	I,05	I,07	I,I0
200	0,89	0,9I	0,92	0,94	0,96	0,98	I	I,02	I,04	I,06	I,09
225	0,90	0,92	0,93	0,95	0,97	0,98	I	I,02	I,03	I,05	I,08
250	0,9I	0,93	0,94	0,95	0,97	0,98	I	I,02	I,03	I,05	I,07
275	0,92	0,93	0,94	0,96	0,97	0,99	I	I,0I	I,03	I,04	I,06
300	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,99	I	I,0I	I,02	I,04	I,05
325	0,93	0,94	0,95	0,96	0,98	0,99	I	I,0I	I,02	I,04	I,05
350	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	I	I,0I	I,02	I,03	I,04
400	-	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	I	I,0I	I,02	I,03	I,04
450	-	0,96	0,97	0,97	0,98	0,99	I	I,0I	I,02	I,03	I,03
500	-	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	I	I,0I	I,0I	I,02	I,03



P - расчетное давление на участке трубопровода

Приложение 14

Справочное

П р и м е р
расчета вертикального трубопровода

Требуется рассчитать на прочность и устойчивость водоотливный магистральный трубопровод.

Исходные данные:

наружный диаметр трубопровода	- 245 мм
высота нагнетания	- 875 м
соединение труб	- сварное
шаг армировки	- 4 м

Рудничная атмосфера не загрязнена агрессивными газами

Степень кислотности шахтных вод	- pH= 6,2
Срок службы трубопровода	- I8 лет

Схема прокладки трубопровода в вертикальном стволе представлена на рис.I.

Определение толщины стенки трубы

Принимая ориентировочно потери напора в трубопроводе I0% от геометрической высоты нагнетания, построим график рабочих давлений (на рис.I) по высоте трубопровода, имея в виду, что слив на поверхности не имеет противодавления и трубопровод на поверхности имеет небольшую длину. На этом же рисунке построим график расчетных давлений, учитывающих превышение ударного давления над рабочим, определяемого по формуле:

$$\Delta P_{уд} = 0,4\ Pн = 0,4 \cdot 9,62 = 3,85\ МПа$$

где Pн= 9,62 МПа - рабочее давление в нижней точке вертикального трубопровода

Нижний участок трубопровода проложен в наклонном трубном ходке с разностью геодезических отметок 7 м. Участок выхода трубопровода на поверхность представлен колонной труб высотой 40 м. Остальная часть вертикального трубопровода разделена на колонны высотой до I50 м (см.рис.I), что соответствует п. 3.9 настоящих норм. Размеры колонн назначены таким образом,

Схема прокладки водоотливного трубопровода и графики давлений

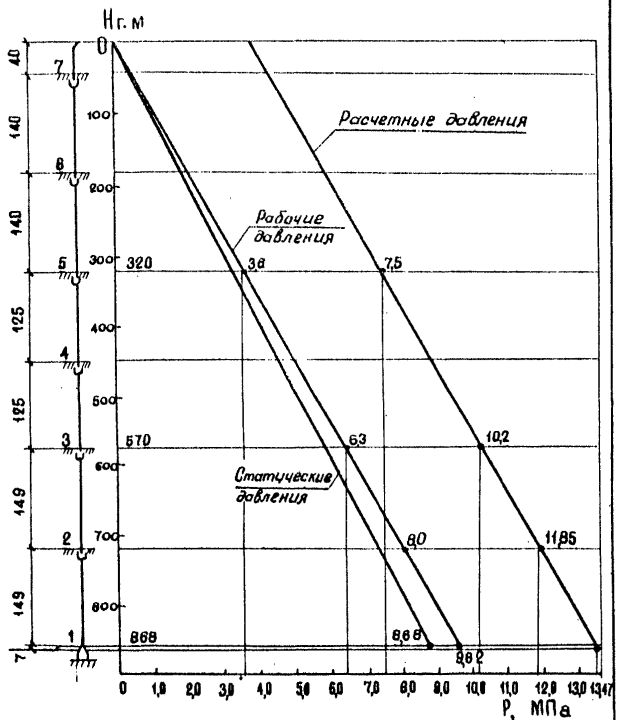


Рис. 1

чтобы границы их оказались на отметках с рабочими давлениями, близкими к 4,0 и 6,3 МПа (п.6.4). На границах выбранных колонн устанавливаются опорные стулья . Каждая колонна труб имеет телескопический компенсатор. В соответствии с п. 6.4 разделим вертикальный трубопровод на расчетные участки. Часть трубопровода, располагающаяся ниже третьей неподвижной опоры, должна быть рассчитана на расчетное давление

$$P_1 = P_н + \Delta P_{зд} = 9,62 + 3,85 = 13,47 \quad \text{МПа},$$

средняя часть (между третьей и пятой опорами) – на P_2=10,2 МПа (согласно графику расчетных давлений), а верхняя часть трубопровода (выше пятой опоры) – на P_3=7,5 МПа.

В нижних точках участков с отметками 868, 570 и 320 м рабочие давления составляют соответственно 9,62; 6,3 и 3,6 МПа.

Определим расчетную толщину стенки трубы нижнего участка в соответствии с приложением I:

$$S = \frac{100 \cdot S_o}{100 - К} + S_к \text{ , мм}$$

Зная расчетное давление и наружный диаметр трубы, по номограмме (прил.13) определяем толщину стенки нижнего участка (секции) трубопровода S_o= 8,3 мм, принимая, что трубы изготовлены из стали Ст3 (учитывая, что сталь 20 более дефицитна).

Коррозионный износ стенки трубы составит:

$$S_к = (\alpha_1 + \alpha_2)\ T = (0,2 + 0,15) \cdot 18 = 6,3 \text{ мм},$$

что превышает 4 мм, рекомендуемые п. 6.2. Поэтому предусматривается противокоррозионное покрытие, обеспечивающее увеличение срока службы трубопровода на 8 лет. При этом требуемое увеличение толщины стенки трубы для обеспечения срока службы 18-8=10 лет должно быть принято

$$S_к = 10 \cdot (0,2 + 0,15) = 3,5 \text{ мм}$$

$$S = \frac{100 \cdot 8,3}{100 - 15} + 3,5 = 13,25 \text{ мм}$$

Принимаем ближайшую стандартную толщину стенки трубы 14 мм. Полученный результат соответствует указанному в прил.7 при P=13,47 МПа и выбранной трубе по ГОСТ 8732-78, сталь Ст3.

Расчет на устойчивость

Определим длину пролета нижнего участка трубопровода. В соответствии с прил.3 расчет следует производить, принимая толщину стенки трубы $S_э$ = 8,3 мм, т.е. после расчетного коррозионного износа.

К этому моменту наружний диаметр трубы будет равен

$d_н$ = 245 - 2 х 0,15х 10= 242 мм, а внутренний

$d_в = d_н - 2х\ 8,3 = 242 - 16,6 = 225,4$ мм.

Момент инерции трубы на конец эксплуатации:

$$J = \frac{\pi}{64}(d_н^4 - d_в^4) = \frac{\pi}{64}(24,2^4 - 22,54^4) = 4170 \text{ см}^4$$

Вес одного погонного метра трубы с жидкостью

$$q = \left(\pi \frac{d_н + d_в}{2} S_э \gamma_т + \frac{\pi d_в^2}{4}\gamma_в\right).100 \text{ , н/м}$$

где $\gamma_т$ = 0,078 н/см3 - удельний вес стали;

$\gamma_в$ = 0,01 н/см3 - удельний вес воды.

$$q = \left(\pi \frac{24,2 + 22,54}{2} \cdot 0,83 \cdot 0,078 + \frac{\pi \cdot 22,54^2}{4} \cdot 0,01\right) 100 =$$

= 872 Н/м.

Рабочее давление в компенсаторе нижней колонны труб по графику $P_К = P_2$ = 8,0 МПа, тогда расчетное давление с учетом превышения ударного давления над рабочим составит:

$$P = P_2 + \Delta P_{уд} = 8,0 + 3,85 = 11,85 \text{ МПа}$$

Вес колонны труб с жидкостью

$$G = q \cdot l = 872 \cdot 149 = 130 \text{ КН}$$

Диаметр рабочей части компенсатора $d_К$ = 26,5 см, тогда расчетное сжимающее усилие для нижней колонны труб:

$$P = p \frac{\pi d_К^2}{10^3 \cdot 4} + G = 11,85 \times \frac{\pi \cdot 26,5^2}{10^3 \cdot 4} + 130 = 779 \text{ КН}$$

Определим входные величины в номограмму (прил.4)

$$\frac{P}{q} = \frac{779 \cdot 10^3}{872} = 896 \text{ м}; \quad \frac{J}{q} = \frac{4170}{872} = 4,78 \quad \frac{\text{см}^4 \cdot \text{м}}{\text{Н}}$$

Как показано на номограмме, полученным значениям входных данных соответствует критическая длина пролета $l_{кр}$=10,8 м.

С учетом запаса устойчивости длина пролета колонны труб

$$\ell \leq \frac{\ell_{кр}}{1,2} = \frac{10,8}{1,2} = 9,0 \text{ м}$$

Полученное расстояние округляем до ближайшей меньшей величины, кратной шагу армировки (прил.3), и принимаем равным 8,0 м.

Аналогичным образом определяются толщина стенки труб и длина пролетов и для остальных участков трубопровода.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

I.Общие положения I

2.Прокладка трубопроводов 2

3.Конструктивные требования к трубопроводам 4

4.Защита трубопроводов от коррозии 8

5.Тепловая изоляция 8

6.Материалы и изделия 9

7.Испытание трубопроводов I2

8.Особенности проектирования трубопроводов различного назначения I2

Приложения I9

Л48500 Подписано в печать 31.07.86
Заказ 1748 Объем 2,75 п. л. Цена 20 к. Тираж 1000

Типография Министерства угольной промышленности СССР,
Люберцы, 140004, Октябрьский просп.

gost.e-ecolog.ru