

**Инструкция по проектированию трубопроводов жидких продуктов разделения воздуха (взамен У 870-00-3 "Указания по проектированию и монтажу трубопроводов жидкого кислорода")**

**ВСН 50-83. Инструкция по проектированию трубопроводов жидких продуктов разделения воздуха (взамен У 870-00-3 "Указания по проектированию и монтажу трубопроводов жидкого кислорода")**

МИНИСТЕРСТВО ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

(Минхимпром)

Государственный институт по проектированию предприятий кислородной промышленности (Гипрокислород)

Отделение Научно-исследовательского института технико-экономических исследований

(г. Черкассы)

**ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТРУБОПРОВОДОВ  
ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА**

**ВСН 50-83**

*Срок введения в действие с 1 января 1984 г.*

ВНЕСЕНЫ Союзметанолом

УТВЕРЖДЕНЫ Министерством химической промышленности 4 августа 1983 года

ВЗАМЕН У 870-00-3

Инструкция по проектированию трубопроводов жидких продуктов разделения воздуха ВСН 50-83/Минхимпром разработана Государственным институтом по проектированию предприятий кислородной промышленности (Гипрокислород).

С введением в действие настоящей Инструкции утрачивают силу "Указания по проектированию и монтажу трубопроводов жидкого кислорода" У 870-00-3, утвержденные Гипрокислородом 15 апреля 1968 г.

Инструкция ВСН 50-83/Минхимпром согласована:

Госгортехнадзором СССР письмом от 07.06.83 № 07-27/26,

ГУПО МВД СССР письмом от 02.06.83 № 7/6/1688,

Отделом технического нормирования и стандартизации Госстроя СССР письмом от 11.05.83 № 1-920.

## **1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ**

1.1. Настоящая инструкция распространяется на проектирование новых и реконструкцию действующих трубопроводов жидких продуктов разделения воздуха для всех предприятий и организаций, производящих или потребляющих жидкие продукты разделения воздуха, независимо от их ведомственного подчинения.

Требования настоящей Инструкции обязательны при проектировании трубопроводов жидких продуктов разделения воздуха: жидкого кислорода, жидкого азота, жидкого аргона и др., а также и их смесей, - располагаемых как внутри зданий (внутрицеховые трубопроводы), так и между зданиями или объектами в пределах промышленных площадок (межцеховые трубопроводы) при рабочем давлении в трубопроводах до 42 МПа (420 кгс/см<sup>2</sup>).

Примечание. В дальнейшем тексте для краткости изложения трубопроводы жидких продуктов разделения воздуха: жидкого кислорода, жидкого азота, жидкого аргона и др., а также их смесей, - именуются жидкостными трубопроводами.

1.2. Настоящая Инструкция не распространяется на жидкостные трубопроводы, которые предназначены для непосредственного ввода жидких продуктов разделения воздуха в технологические процессы, осуществляемые на предприятиях-потребителях.

1.3. Жидкостные трубопроводы проектируются с теплоизоляцией без теплоизоляции.

По типу применяемой теплоизоляции жидкостные трубопроводы проектируются с вакуумной изоляцией (экрано-вакуумной и т.п.) и с невакуумной изоляцией - см. раздел 5 настоящей Инструкции. Конструкция жидкостных трубопроводов с вакуумной изоляцией, изготавливаемых машиностроительными заводами, должна соответствовать стандартам, утвержденным Минхиммашем. Трассы и способы прокладки таких трубопроводов должны соответствовать требованиям настоящей Инструкции.

## 2. ТРАССЫ И СПОСОБЫ ПРОКЛАДКИ

2.1. Проектирование жидкостных трубопроводов должно осуществляться в соответствии с требованиями глав СНиП по проектированию генеральных планов промышленных предприятий и по проектированию производственных зданий промышленных предприятий, Правил безопасности для производства и потребления продуктов разделения воздуха, утвержденных Госгортехнадзором СССР, и настоящей Инструкции.

2.2. Трассы жидкостных трубопроводов следует проектировать вдоль проездов и дорог преимущественно со стороны, противоположной размещению тротуаров и пешеходных дорожек. Внутри производственных кварталов трассы жидкостных трубопроводов следует проектировать параллельно линиям застройки.

Способы и трассы прокладки жидкостных трубопроводов должны быть оптимальными в технико-экономическом отношении.

2.3. Трассы жидкостных трубопроводов следует выбирать из условия их наименьшей протяженности. Геометрическая схема трассы должна учитывать использование поворотов трубопроводов для самокомпенсации температурных деформаций.

2.4. Прокладка жидкостных трубопроводов, как правило, должна выполняться наземно или надземно - на высоких и низких опорах и по стенам зданий с ограничениями, предусмотренными настоящей Инструкцией.

В обоснованных случаях допускается подземная прокладка участков жидкостных трубопроводов протяженностью до 50 м в непроходных каналах, расположенных как внутри здания, так и вне его. Подземные жидкостные трубопроводы должны соответствовать требованиям пп. 2.26-2.29 настоящей Инструкции.

2.5. Допускается совместная прокладка изолированных жидкостных трубопроводов с трубопроводами воздуха, продуктов его разделения, инертных газов и инертных жидкостей - открыто по стенам и колоннам зданий и на эстакадах. При совместной прокладке жидкостные трубопроводы должны располагаться ниже других трубопроводов на отдельных опорах.

Примечание. Прокладка трубопроводов с горючими жидкостями, горючими газами и маслом над и под жидкостными трубопроводами, а также совместно с ними на общих опорах и кронштейнах запрещается.

2.6. Расстояния от жидкостных трубопроводов до соседних трубопроводов при параллельной прокладке и пересечениях, расстояния до стен зданий, по которым прокладываются жидкостные трубопроводы, а также до стенок и дна каналов, как правило, следует принимать (в свету, от выступающих частей изоляции, компенсаторов, арматуры и т.п.):

при диаметре кожуха (изоляции, трубы) до 300 мм включительно - 0,25 м,

при диаметре кожуха (изоляции, трубы) свыше 300 мм - 0,4 м.

При пересечении жидкостных трубопроводов с невакуумной изоляцией расстояния между ними и соседними трубопроводами могут быть уменьшены до величин:

при диаметре изоляции до 300 мм включительно - 0,1 м,

при диаметре изоляции свыше 300 мм - 0,25 м.

2.7. Крепление трубопроводов и электрокабелей к жидкостным трубопроводам, а также жидкостных трубопроводов к другим трубопроводам, в том числе жидкостным, запрещается.

Допускается крепление к жидкостным трубопроводам импульсных и командных труб и электрокабелей, обслуживающих средства контроля, управления сигнализации, установленные на данном трубопроводе.

2.8. Жидкостные трубопроводы следует проектировать с уклоном, обеспечивающим полное их опорожнение.

Уклоны трубопроводов следует припаять, как правило, не менее 0,002 (см. также п. 2.32 настоящей Инструкции).

В обоснованных случаях допускается прокладка жидкостных трубопроводов с меньшими уклонами или без уклона, но при этом должны быть предусмотрены мероприятия, обеспечивающие полное опорожнение трубопроводов.

2.9. Жидкостные трубопроводы, предназначенные для слива продукта при опорожнении сосудов и аппаратов, следует располагать ниже соответствующих сливных вентилей, с уклоном в приемную емкость.

2.10. Жидкостные трубопроводы, предназначенные для выдачи продукта из воздуходелительных установок в резервуары для хранения и для транспортировки, а также для выдачи продукта из резервуаров для хранения и для транспортировки в другие резервуары, разрешается размещать выше соответствующих сливных вентилей при следующих условиях:

а) наличия в воздуходелительной установке или опорожняемом резервуаре достаточного для слива жидкого продукта давления либо гидростатического столба жидкости;

б) возможности опорожнения трубопровода из нижней точки в случае прекращения подачи жидкости.

2.11. Не допускается наличие непроточных участков на жидкостных трубопроводах.

2.12. Расстояние между опорами жидкостных трубопроводов с невакуумной изоляцией следует выбирать из условия максимального прогиба трубопровода между опорами не более 2 мм.

Расстояние между опорами трубопровода с вакуумной изоляцией определяется заводами-изготовителями элементов трубопроводов

Прогиб и разность осадок опорной строительной конструкции, несущей трубопровод, не должны превышать 50 мм и должны компенсироваться высотой опор трубопровода.

2.13. В случае применения жидкостных трубопроводов с вакуумной изоляцией, должны быть предусмотрены вспомогательные трубопроводы и оборудование, необходимые для обслуживания этих жидкостных трубопроводов. Перечень оборудования и схема трубопроводов определяются технической документацией заводов-изготовителей.

2.14. В местах прокладки жидкостных трубопроводов следует предусматривать возможность беспрепятственного перемещения средств пожаротушения, а также подъемных механизмов и оборудования.

2.15. Пересечение железных, автомобильных и пешеходных дорог надземными межцеховыми трубопроводами должно производиться, как правило, под углом 90°, но не менее 60°.

В обоснованных случаях допускается уменьшать угол пересечения до 45°.

2.16. Жидкостные трубопроводы могут прокладываться по стенам зданий I и II степени огнестойкости с производствами категорий Г и Д на несгораемых кронштейнах.

Трубопроводы должны располагаться на расстоянии не менее 0,5 м от оконных или дверных проемов (за исключением зданий, имеющих сплошное остекление).

Отмостка зданий, по стенам которых прокладываются жидкостные кислородопроводы, не должна включать материалы органического происхождения.

2.17. Не допускается прокладка жидкостных трубопроводов:

- по стенам зданий с производствами категорий А, Б, В и Е зданий III, IV и V степени огнестойкости;
- по покрытиям и кровле всех зданий, независимо от их категории и степени огнестойкости;

Примечание. В обоснованных случаях допускается прокладка жидкостных трубопроводов в алюминиевом коробе по кровле зданий I и II степени огнестойкости, в которых производятся или используются продукты разделения воздуха (кроме зданий с производствами категорий А, Б, В и Е). Конструкция короба должна исключать попадание жидкости на кровлю в случае разрыва трубопровода;

- через цехи и сооружения, а также по стенам зданий, несвязанных с производством и потреблением жидких продуктов разделения воздуха;

- по стенам и покрытиям зданий из легких металлических конструкций;

- по территориям складов легковоспламеняющихся и горючих материалов.

## **МЕЖЦЕХОВЫЕ ЖИДКОСТНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ**

### **Прокладка межцеховых жидкостных трубопроводов на эстакадах, высоких и низких опорах**

2.18. Опоры для межцеховых жидкостных трубопроводов должны быть выполнены из несгораемых материалов.

2.19. В местах пересечения надземных межцеховых жидкостных трубопроводов с внутризаводской железной дорогой, по которой перевозится жидкий металл или шлак, высота прокладки трубопровода, считая от головки рельса дониза изоляции, должна быть не менее 10 м.

2.20. Пересечение жидкостных трубопроводов с закрытыми пешеходными галереями с проходом трубопроводов над галереей не допускается.

2.21. При прокладке межцеховых надземных жидкостных трубопроводов на эстакадах в местах расположения арматуры должны предусматриваться проходные мостики шириной не менее 0,6 м с перилами высотой не менее 1 м, через каждые 200 м эстакады - лестницы (вертикальные с шатровым ограждением или маршевые).

Площадки должны быть выполнены из несгораемых материалов с степенью огнестойкости не менее 0,25 ч.

2.22. При прокладке межцеховых надземных жидкостных трубопроводов на низких опорах допускается предусматривать размещение трубопроводов диаметром трубы (теплоизоляции) 300 мм и менее в два яруса и более. При этом расстояние от поверхности земли до верха трубы (теплоизоляции) верхнего яруса должно быть не более 1,5 м.

Для перехода через жидкостные трубопроводы следует предусматривать пешеходные мостики.

2.23. Разрешается совместная прокладка межцеховых надземных жидкостных трубопроводов на одной эстакаде с электрическими кабелями напряжением не выше 10 кВ, при расстоянии между ними в плане не менее 1 м. При прокладке кабелей в защитных трубах или коробах, это расстояние может быть уменьшено до 250 мм.

Запрещается совместная прокладка жидкостных трубопроводов с электрокабелями, питающими пожарные насосы, установки автоматического пожаротушения и аварийное освещение.

2.24. Расстояние по горизонтали между надземными межцеховыми жидкостными трубопроводами и соседними зданиями и сооружениями должны быть не менее величин, указанных в табл. 1.

Таблица 1

Сооружения	Расстояние до поверхности изоляции жидкостных трубопроводов, м	Примечание
Производственные здания I и II степени огнестойкости с производствами категорий Г и Д	Без ограничения	
Производственные здания III, IV и V степени огнестойкости с производствами категории Г и Д	3	
Цехи и наружные установки с производствами А, Б, В и Е	5	
Внутризаводские железнодорожные пути	3*	До ближайшего рельса
Прирельсовые мачты электрифицированных дорог	5	
Внутризаводские автодороги:		
а) до края проезжей части	3	
б) до подошвы насыпи или наружной бровки кювета	2	
До мест выпуска расплавленного металла и постоянных источников открытого огня	15	
Линии высоковольтной электропередачи	10	До проводов

\* В случае, если по условиям технологического процесса жидкостные трубопроводы должны быть максимально приближены к железнодорожным путям (например, наливные и сливные эстакады), жидкостные трубопроводы могут быть расположены на меньшем расстоянии с учетом габаритов приближения подвижного состава к зданиям и сооружениям.

2.25. В местах пересечения надземных межцеховых жидкостных трубопроводов с линиями высоковольтных электропередач расстояние от кожуха (теплоизоляции) трубопроводов до электрических проводов должно соответствовать требованиям Правил устройства электроустановок, утвержденных Главным техническим управлением по эксплуатации энергосистем Минэнерго СССР.

Жидкостные трубопроводы в местах пересечения должны быть защищены сетчатыми ограждениями, выступающими по обе стороны от трубопровода на расстояние не менее:

при напряжении до 1 кВ - 1 м,  
 при напряжении свыше 1 до 20 кВ - 3 м,  
 при напряжении свыше 20 кВ - 5 м.

#### Прокладка межцеховых жидкостных трубопроводов в непроходных каналах

2.26. Прокладка жидкостных трубопроводов в каналах допускается только в исключительных случаях с ограничениями, указанными в п.2.4 настоящей Инструкции. Расстояние в свету от жидкостных трубопроводов до зданий и сооружений должно быть не менее указанных в табл. 2.

Таблица 2

Наименование сооружений	Расстояние, м
От стен зданий с подвалами и от тоннелей	5
От стен зданий без подвалов	2,5
От электрокабелей, заключенных в трубу, от каналов с электрокабелем	1
От водопровода	5
От тепловыводов	2

От канализационных сетей и водосточков	3
От трубопроводов горючих жидкостей и газов	3
От внутризаводских железнодорожных путей, (от оси пути)	5

2.27. На участке жидкостного трубопровода, расположенного в канале, не допускается установка арматуры и разъемных соединений. Запрещается прокладка в этих каналах трубопроводов воды, пара, горючих и взрывоопасных жидкостей и газов, а также электрических кабелей, за исключением кабелей и проводов средств контроля, сигнализации и автоматики, обслуживающих данный трубопровод.

2.28. Трубопроводы, предназначенные для опорожнения аппаратов воздуходелительных установок, разрешается прокладывать в непроходных каналах без изоляции. В этих каналах запрещается прокладка других трубопроводов, а также электрических кабелей, за исключением кабелей и проводов средств контроля, сигнализации и автоматики, обслуживающих данный трубопровод.

Устройство каналов должно обеспечивать возможность отвода случайных вод из канала.

2.29. Каналы, предназначенные для прокладки жидкостных трубопроводов, должны быть защищены от грунтовых вод и атмосферных осадков и изолированы от других каналов, прямиков, тоннелей и подвалов слоем грунта шириной не менее 0,5 м или газонепроницаемой стенкой. Каналы должны перекрываться съемными плитами.

Каналы и плиты их перекрытия должны быть выполнены из негорючих материалов с пределом огнестойкости не менее 0,25 ч.

Применение органических материалов для сооружения каналов и их гидроизоляции запрещается.

### **Внутрицеховые жидкостные трубопроводы**

2.30. Прокладка внутрицеховых жидкостных трубопроводов через административно-бытовые и вспомогательные помещения, а также на путях эвакуации обслуживающего персонала (коридоры, лестничные клетки, вестибюли и т. п.) запрещается.

2.31. В производственных помещениях цехов воздуходелительных и газификационных станций, а также цехов, потребляющих жидкие продукты разделения воздуха, жидкостные трубопроводы могут быть проложены открыто по стенам и колоннам зданий, а также по другим строительным конструкциям, изготовленным из негорючих материалов с пределом огнестойкости не менее 0,25 ч.

2.32. Жидкостные трубопроводы, предназначенные для слива продуктов разделения воздуха из сосудов и аппаратов в испарители быстрого слива, должны располагаться ниже сливных вентилях, подключенных к этому трубопроводу. Трубопровод должен прокладываться с уклоном не менее 0,01 в сторону испарителя и не иметь "мешков", в которых могла бы остаться жидкость после прекращения слива и опорожнения трубопровода.

Отметка патрубка входа жидкости в испаритель должна быть на уровне или ниже нижней отметки подводящего трубопровода.

### **3. КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЖИДКОСТНЫМ ТРУБОПРОВОДАМ**

3.1. Принятая в проекте конструкция жидкостного трубопровода должна обеспечивать:

- безопасную и надежную эксплуатацию в пределах нормативного срока амортизации;
- подачу жидкого продукта в соответствии с проектными параметрами;
- производство монтажных и ремонтных работ в объеме, регламентированном технической документацией;
- максимальное использование унифицированных элементов и узлов.

Конструкция жидкостных трубопроводов, подлежащих обезжириванию в процессе монтажа и эксплуатации, должна обеспечивать возможность полного удаления растворителя.

3.2. При изготовлении жидкостных трубопроводов с вакуумной изоляцией специализированными заводами кроме требований, перечисленных в данном разделе Инструкции, должны быть выполнены также дополнительные требования нормативно-технической документации Минхиммаша.

3.3. Определение внутреннего диаметра трубы жидкостного трубопровода должно производиться по располагаемому напору и сопротивлению трубопровода.

Выбор трубы следует производить в сторону увеличения диаметра по ограничительному сортаменту, в соответствии с требованиями ОСТ 26-04-1250-75, утвержденного Минхиммашем.

3.4. При определении располагаемого перепада давления следует учитывать:

- гидростатическое давление, создаваемое столбом жидкости;
- избыточное давление в начале трубопровода;
- избыточное давление в конце трубопровода.

Если трасса имеет точки перегиба в вертикальной плоскости, то верхние точки должны проверяться на достаточность напора и на нескисание жидкости.

3.5. Сопrotивление трубопровода должно определяться с учетом следующих факторов:

- расхода жидкости;
- длины трубопровода;
- наличия или отсутствия в потоке газа, поступающего в трубопровод вместе с жидкостью или образующегося в трубопроводе в результате теплопритока через стенки трубопровода и за счет трения жидкости о стенки трубопровода;
- местных сопротивлений;
- условий захлаживания.

3.6. При разработке конструкции жидкостного трубопровода недопускается размещение арматуры, компенсаторов, дренажных устройств в местах пересечения трубопроводами железных и автомобильных дорог, пешеходных переходов, над дверными проемами и окнами.

3.7. Жидкостные трубопроводы в местах пересечения железных, автомобильных и пешеходных дорог не должны иметь разъемных соединений, все соединения должны выполняться только на сварке.

3.8. В местах надземных пересечений железных, автомобильных и пешеходных дорог жидкостные трубопроводы с невакуумной изоляцией должны быть помещены в футляр, сваренный из алюминиевого листа. Концы футляра должны быть выведены за пределы рельсов железных дорог и за пределы проезжей и пешеходной части других дорог на расстояние не менее 2 м.

3.9. В местах прокладки жидкостных трубопроводов через отверстия в стенах, перекрытиях, перегородках и других строительных конструкциях жидкостные трубопроводы вместе с теплоизоляционным слоем должны быть заключены в футляры ("гильзы") из алюминиевых или стальных труб с внутренним диаметром, превышающим на 30-40 мм наружный диаметр теплоизоляционного слоя. Зазоры между трубопроводом и футляром должны быть заполнены негорючим материалом (минеральной ватой, асбестом и т.п.). Концы футляра должны выступать за габариты строительной конструкции не менее чем на 50 мм.

При пропуске через отверстия в строительных конструкциях неизолированных жидкостных трубопроводов, участок трубопровода в пределах длины футляра должен быть снабжен теплоизоляцией, обеспечивающей безопасную для прочности строительной конструкции температуру поверхности изоляции.

3.10. Проектом должны быть предусмотрены устройства отогрева и продувки жидкостных трубопроводов, предназначенных для слива жидких продуктов разделения воздуха из сосудов и аппаратов в испарители быстрого слива (см. п. 2.32), - при содержании в жидкости кислорода более 30 %.

3.11. Все жидкостные кислородопроводы должны быть защищены от накопления статического электричества в соответствии с требованиями Правил защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности Миннефтехимпрома СССР.

3.12. Трубопроводы жидких продуктов разделения воздуха должны быть окрашены согласно указаниям ОСТ 26-04-2139-77, утвержденного Минхиммашем, и ГОСТ 14202-69. Опознавательную окраску трубопроводов или нанесение сигнальных полос следует производить по поверхности изоляционного кожуха жидкостного трубопровода.

### **Соединения жидкостных трубопроводов**

3.13. Соединения жидкостных трубопроводов должны выполняться неразъемными, преимущественно сварными.

Допускается пайка твердыми припоями.

3.14. Разъемные соединения трубопроводов должны применяться только при подключении жидкостных трубопроводов к оборудованию и арматуре, конструкция которых вызывает необходимость разъема.

3.15. Расположение сварных и разъемных соединений в пределах проходов через стены, перегородки или перекрытия, а также ближе 50 мм от опор трубопровода не допускается.

3.16. Сварка жидкостных трубопроводов с применением подкладных колец или подкладок не допускается.

3.17. Расстояние между двумя соседними сварными соединениями труб должно быть:

- при диаметре трубы до 150 мм включительно - не менее 100 мм;
- при диаметре трубы более 150 мм - не менее 200 мм.

3.18. Не допускается варка штуцеров, бобышек, дренажных труб и т.п. в гнутые участки трубопроводов, а также в литые и в кованые детали.

Варка штуцеров, бобышек и т.п. должна производиться на расстоянии не менее 100 мм от сварных соединений трубопровода.

3.19. Контроль физическими методами подлежат сварные стыки, наихудшие из принятых по внешнему виду, в количестве от общего числа сварных швов не менее:

100 % - для жидкостных трубопроводов с рабочим давлением свыше 6,4 МПа (64 кгс/см<sup>2</sup>);

5 % - для жидкостных трубопроводов с рабочим давлением свыше 4,0 МПа (40 кгс/см<sup>2</sup>) до 6,4 МПа (64 кгс/см<sup>2</sup>);

3 % - для жидкостных трубопроводов с рабочим давлением свыше 1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>) до 2,5 МПа (25 кгс/см<sup>2</sup>);

1 % - для жидкостных трубопроводов с рабочим давлением до 1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>).

### **Размещение арматуры**

3.20. Трубопроводную арматуру следует располагать в доступных для ее обслуживания местах и, по возможности, группами, маховик арматуры с ручным приводом должен располагаться на высоте не более 2 м от уровня пола или площадки обслуживания. При установке арматуры на вертикальном трубопроводе (стояке) это расстояние принимается до оси маховика.

3.21. Арматура жидкостных трубопроводов должна устанавливаться таким образом, чтобы исключить попадание жидких продуктов в сальник шпинделя. Вход жидкости в корпус арматуры должен производиться в соответствии с указаниями в чертежах или конструкциях завода-изготовителя арматуры.

3.22. Арматура должна устанавливаться по возможности близко от опор жидкостного трубопровода.

### **Крепление жидкостных трубопроводов**

3.23. При прокладке жидкостных трубопроводов следует принимать следующие типы опор:

- неподвижные (жесткие) опоры, обеспечивающие неподвижное закрепление трубопровода;

- подвижные (скользящие) опоры, обеспечивающие свободное перемещение трубопровода при изменении температуры.

3.24. Неподвижные и подвижные опоры жидкостных трубопроводов должны изготавливаться из негорючего материала с пределом огнестойкости не менее 0,25 ч, обладающего соответствующей прочностью при низких температурах.

Конструкция опор должна обеспечивать возможность их регулировки по высоте с тем, чтобы обеспечить проектный уклон трубопровода.

3.25. Расстояния между опорами и места установки неподвижных опор определяются расчетом (см. также п. 2.12 настоящей Инструкции).

### **Компенсация температурных деформаций**

3.26. При проектировании жидкостных трубопроводов должна быть предусмотрена компенсация перемещений от воздействия температуры и внутреннего давления.

3.27. Компенсация температурных деформаций жидкостных трубопроводов, как правило, должна производиться с использованием самокомпенсации трубопроводов и с помощью горизонтально расположенных Г-образных компенсаторов.

Радиусы гибки труб должны выбираться из условия обеспечения самокомпенсации, но, как правило, не менее:

- для труб  $d_y \leq 40$  мм - двух диаметров трубы,

- для труб  $d_y > 40$  мм - трех диаметров.

В обоснованных случаях допускается применение сильфонов заводского изготовления.

3.28. В проекте должны быть указаны места и величины необходимой предварительной растяжки или сжатия соответствующих участков трубопровода и компенсаторов, а также величина и направление предварительного смещения подвижных опор. Компенсаторы должны иметь запас хода с учетом рабочих температур и температуры отогрева.

### **Устройства для дренажа и продувки**

3.29. Конструкция жидкостных трубопроводов должна предусматривать возможность полного удаления из него жидкости после прекращения потока (наличие уклонов в сторону стока жидкости, отсутствие непроточных тупиков и т.п.).

3.30. Участки жидкостных трубопроводов, ограниченные запорной арматурой, должны иметь предохранительные клапаны, установленные на отводах из верхних точек участков трубопровода.

3.31. Сброс после предохранительных клапанов должен производиться в безопасное для людей и металлоконструкций место с учетом возможного выброса жидкости.

3.32. Пропускная способность предохранительных клапанов, устанавливаемых на отключаемых участках жидкостных трубопроводов, должна обеспечить сброс паров, которые могут образоваться от естественного притока тепла при отсутствии теплоизоляции на отключенном участке. При расчетах температуру паров перед клапаном следует принимать на 30° выше температуры насыщения транспортируемой жидкости при давлении открытия предохранительного клапана.

3.33. Жидкостные трубопроводы должны быть снабжены отводами для слива жидкости, оставшейся в отдельных участках трубопровода при его опорожнении. Слив жидкости должен производиться либо в стационарные испарители, либо в переносные сосуды. В последнем случае проектом должны быть предусмотрены специальные устройства (площадки) для испарения жидкости, организованные в соответствии с требованиями Правил безопасности для производства и потребления

продуктов разделения воздуха, утвержденных Госгортехнадзором СССР.

3.34. Жидкостные трубопроводы и отводы от них перед подключением к арматуре, не имеющей теплоизоляции (предохранительные клапаны, сливные и продувочные вентили и т. п.), должны иметь петлю, обеспечивающую создание газовой подушки перед закрытой арматурой.

3.35. Трубопроводы сброса паров из жидкостных трубопроводов должны проектироваться в соответствии с требованиями Инструкции по проектированию трубопроводов газообразного кислорода, утвержденной Минхимпромом.

#### **4. РАСЧЕТ ЖИДКОСТНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ НА ПРОЧНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ**

4.1. Расчет жидкостных трубопроводов на прочность следует производить:

- при давлении в трубопроводах до 10 МПа ( $100 \text{ кгс/см}^2$ ) - в соответствии с требованиями Инструкции, утвержденной Госстроем СССР, по расчету стальных трубопроводов различного назначения;

- при давлении в трубопроводах свыше 10 МПа ( $100 \text{ кгс/см}^2$ ) в соответствии с указаниями отраслевого стандарта Минхиммаша ОСТ 26-04-1250-75.

4.2. При расчете жидкостных трубопроводов на устойчивость расчетные нагрузки и воздействия, возникающие в жидкостных трубопроводах при их сооружении, испытании и эксплуатации, следует принимать в соответствии с требованиями главы СНиП по определению нагрузок и воздействий при проектировании.

4.3. При расчете жидкостных трубопроводов должны учитываться:

- избыточное давление внутри трубопровода;

- масса трубопровода, слоя изоляции и жидкости, находящейся в трубопроводе;

- усилия, возникающие в трубопроводе при температурной деформации в интервале температур от максимальной до минимальной с учетом силы трения в подвижных опорах (при этом максимальная расчетная температура определяется температурой окружающей среды, нагревом от солнечной радиации и нагревом трубопровода при необходимости его отогрева; минимальная расчетная температура принимается равной температуре транспортируемого жидкого продукта);

- масса снеговой "шубы", образующейся при работе жидкостного трубопровода (для неизолированного трубопровода);

- ветровая и снеговая нагрузки, а также нагрузка от отложений пыли (для трубопроводов, расположенных вне здания).

Примечание. Расположение анкерных опор эстакады должно согласовываться с размещением неподвижных опор жидкостного трубопровода с целью компенсации как температурных, так и усадочных деформаций пролетных строений эстакады.

4.4. В случае применения для теплоизоляции жидкостного трубопровода металлического кожуха, кожух должен быть рассчитан на прочность и устойчивость от следующих нагрузок (суммарно):

- от воздействия массы кожуха и изоляционного материала;

- от температурных деформаций кожуха;

- от воздействия нагрузок, передаваемых расположенным внутри него жидкостным трубопроводом;

- от воздействия ветровой и снеговой нагрузок, а также нагрузки от отложений пыли.

#### **5. ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ ЖИДКОСТНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**

5.1. Наличие тепловой изоляции жидкостного трубопровода и ее тип должны определяться проектной организацией в зависимости от назначения и режима работы трубопровода.

5.2. Непрерывно действующие жидкостные трубопроводы, предназначенные для транспортировки жидких продуктов из установок разделения воздуха в резервуары для хранения и транспортировки, а также к потребителям, использующим продукт в жидком виде, должны быть снабжены теплоизоляцией, обеспечивающей минимальную испаряемость жидкости в трубопроводе; при этом должна учитываться технико-экономическая целесообразность применения того или иного типа изоляции.

Основным видом теплоизоляции непрерывно действующих жидкостных трубопроводов является вакуумная (экрано-вакуумная) изоляция. Трубопроводы с экрано-вакуумной изоляцией должны изготавливаться на специализированных заводах в соответствии с п. 1.3 настоящей Инструкции.

5.3. Тип теплоизоляции для жидкостных трубопроводов кратковременного (периодического) действия должен определяться технико-экономическими расчетами с учетом следующих факторов:

- графика работы,

- вида жидкости и ее расхода,



- условий обеспечения безопасности обслуживающего персонала.

Для жидкостных трубопроводов этого типа могут быть применены:

- вакуумная изоляция,
- невакуумная изоляция,
- передача жидкости по неизолированному трубопроводу.

5.4. Невакуумная теплоизоляция должна изготавливаться из негорючих материалов, содержащих при этом не более 0,45 % горючих примесей от общей массы изоляции, и должна состоять из слоев:

- теплоизоляционного,
- пароизоляционного,
- покровного.

Жидкостные трубопроводы с невакуумной изоляцией могут изготавливаться как монтажной организацией, так и машиностроительными заводами.

5.5. Для теплоизоляционного слоя невакуумной изоляции жидкостных трубопроводов могут применяться следующие материалы:

- вата минеральная обезжиренная по ТУ 14-11-146-77;
- маты и вата из супертонкого стекловолокна без связующего по ТУ 21-РСФСР-224-75;
- холсты из микро-, ультра-, супертонкого истекломикрокристаллического штапельного волокна из горных пород по РСТ УССР5013-76;
- маты тепло-, звукоизоляционные АТМ-10 по РСТ УССР 5012-76;
- песок перлитовый вспученный по ГОСТ 10832-74;
- другие материалы, при условии согласования их применения сНПО "Криогенмаш" Минхиммаша.

5.6. Пароизоляционный слой, защищающий теплоизоляцию от увлажнения и конденсации воздуха, должен выполняться из алюминиевой фольги марки АД1-М-0,06 по ГОСТ 618-73. Швы фольги для герметичности проклеиваются полиэтиленовой лентой А-30 по ГОСТ 20477-75.

Примечание. При применении перлитового песка пароизоляционный слой не предусматривается, пароизоляция достигается герметизацией наружного кожуха.

5.7. Для покровного (защитного) слоя следует применять алюминиевый лист из сплава АД1, нагартованный, марки АД1Н-0,5 и АД1Н-0,8 по ГОСТ 21631-76. Крепление алюминиевого листа следует производить бандажками из полосового алюминия. Продольные и поперечные стыки алюминиевых листов должны проклеиваться полиэтиленовой лентой марки А-60 по ГОСТ 20477-75. Конструкция креплений не должна нарушать пароизоляционный слой.

Примечание. При применении засыпной изоляции из перлитового песка покровный слой выполняется в виде сварного кожуха из алюминиевого или стального листа и должен испытываться на герметичность.

5.8. Без изоляции следует прокладывать жидкостные трубопроводы, расположенные вне зоны обслуживания и предназначенные для подачи продукта в испарители, работающие без рекуперации холода: в испарители газификаторов типа ГХК и газификационных установок типа СГУ, в испарители быстрого слива (см. п. 2.32) и т.п., а также трубопроводы аварийного слива жидкости.

Несъемные участки неизолированного жидкостного трубопровода, находящиеся в зоне обслуживания, должны быть ограждены или покрыты слое изоляции, предохраняющим обслуживающий персонал от обмороживания.

## 6. ИСПЫТАНИЯ И ПРОДУВКА ЖИДКОСТНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

6.1. Для каждого участка жидкостного трубопровода в проекте должны быть указаны виды испытаний, величины испытательных давлений, способ проведения испытания (гидравлический или пневматический), а также способы продувки трубопровода.

6.2. Смонтированные жидкостные трубопроводы с невакуумной изоляцией до покрытия их теплоизоляцией должны пройти следующие испытания:

- на прочность и плотность при температуре окружающей среды (теплые испытания);
- охлаждение жидкостного трубопровода до температур, близких к рабочим (приблизительно минус 110 - минус 140 °С в

зависимости от типа установки), с целью выявления дефектов и неплотностей при рабочих температурах, и последующий отогрев трубопровода (холодные испытания);

- повторное теплое испытание трубопровода на плотность (непосредственно после холодных испытаний).

6.3. Теплые испытания жидкостных трубопроводов с невакуумной изоляцией должны проводиться в соответствии с требованиями раздела "Испытание трубопроводов" главы СНиП по производству и приемке работ по технологическому оборудованию. Теплые испытания жидкостных трубопроводов с невакуумной изоляцией должны производиться, как правило, пневматическим способом, при условии применения дополнительных мер безопасности.

Пневматические испытания должны проводиться азотом или воздухом с массовой концентрацией масла не более  $10,0 \text{ мг/м}^3$  и массовой концентрацией влаги, соответствующей точке росы не выше минус  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Если конструкция жидкостного трубопровода рассчитана на производство гидравлических испытаний, для их проведения должна применяться вода с массовой концентрацией масла не более  $5 \text{ мг/л}$ . После проведения гидравлических испытаний жидкостный трубопровод должен быть отогрет и продут азотом или воздухом с массовой концентрацией масла и влаги не более указанных выше. Скорость газа при продувке должна быть не менее  $40 \text{ м/с}$ .

Допустимые падения давления следует принимать в соответствии с требованиями главы СНиП по производству и приемке работ по технологическому оборудованию.

6.4. После получения положительных результатов теплых испытаний на прочность и плотность жидкостный трубопровод с невакуумной изоляцией должен быть подвергнут холодным испытаниям в соответствии с указаниями настоящего пункта. Охлаждение жидкостного трубопровода может производиться:

- либо совместно с блоком разделения воздуха - при наиболее низких температурах, достигаемых на данной воздуходелительной установке (с сбросом холодного воздуха через трубопровод). В конце охлаждения температура газа, сбрасываемого из трубопровода, должна быть выше наиболее низкой температуры холодного испытания для данной установки не более, чем на  $15\text{-}20^\circ$ , а трубопровод на всем протяжении должен быть покрыт слоем снега толщиной  $3\text{-}5 \text{ мм}$ ;

- либо подачей в трубопровод жидкого продукта по технологии, предусмотренной проектом.

Окончанием охлаждения должно служить образование на всем протяжении наружной поверхности трубопровода слоя снега толщиной  $3\text{-}5 \text{ мм}$ .

После отогрева трубопровода до положительных температур должен производиться осмотр трубопровода, ликвидация обнаруженных неплотностей, подтяжка разъемных соединений, а при необходимости - регулировка предохранительных клапанов, а затем повторное теплое испытание на плотность воздухом или азотом с параметрами, указанными в п. 6.3 настоящей Инструкции.

При неблагоприятных результатах теплового испытания на плотность, проведенного после холодного испытания, дефекты должны быть ликвидированы, и холодные испытания с последующими теплыми должны быть повторены до получения положительных результатов теплового испытания.

6.5. Испытания жидкостных трубопроводов с вакуумной изоляцией должны производиться по технической документации и нормативам завода-изготовителя.

Воздух для испытаний должен соответствовать требованиям п. 6.3, если нет других требований в технической документации завода-изготовителя.

6.6. Короткие (протяженностью до  $20 \text{ м}$ ) отводящие трубопроводы от предохранительных клапанов, продувочных запорных вентилей, связанные непосредственно с атмосферой, испытаниям не подлежат.

## 7. МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

7.1. Материалы и изделия, предусматриваемые в проектах, должны соответствовать требованиям действующих стандартов, технических условий и стандартам машиностроения.

### Трубы и фасонные детали

7.2. Материалы, применяемые для труб и деталей жидкостных трубопроводов, должны удовлетворять условиям эксплуатации при температурах жидких продуктов разделения воздуха (минус  $200 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Рекомендуемые к применению для жидкостных трубопроводов материалы и трубы приведены в приложении 1.

При выборе труб также следует учитывать ограничения, предусмотренные ОСТ 26-04-1250-75.

7.3. Для жидкостных трубопроводов с рабочим давлением свыше  $4,0 \text{ МПа}$  ( $40 \text{ кгс/см}^2$ ), как правило, следует применять трубы из коррозионно-стойких сталей. Допускается применение труб из меди или латуни.

7.4. Для жидкостных трубопроводов с рабочим давлением до  $4,0 \text{ МПа}$  ( $40 \text{ кгс/см}^2$ ), как правило, следует применять трубы из алюминия. В технически обоснованных случаях допускается применение труб из меди, латуни и коррозионно-стойких сталей.

7.5. Трубы для жидкостных трубопроводов должны быть испытаны на заводе-изготовителе гидравлическим давлением или иметь указания в сертификате о гарантии величины гидравлического давления.

7.6. Трубы перед монтажом должны быть проверены на соответствие требованиям стандартов или технических условий на их изготовление. Трубы, предназначенные для трубопроводов жидкого кислорода, дополнительно должны быть проверены на наличие масла на внутренней поверхности. Исходя из условий безопасного контакта поверхности трубопровода с жидким

кислородом, количество масла не должно превышать величин, допустимых по отраслевому стандарту Минхиммаша ОСТ 26-04-1362-75. В противном случае трубы должны быть обезжирены в соответствии с указаниями отраслевого стандарта Минхиммаша ОСТ 26-04-312-83.

Примечание. Трубопроводы с вакуумной изоляцией должны быть обезжирены на заводе-изготовителе и иметь упаковку, защищающую их от загрязнения при транспортировке. В заводской технической документации на трубопровод должно быть указание о проведенном обезжиривании.

7.7. Переходы, отводы, тройники, заглушки и другие фасонные детали жидкостных трубопроводов должны быть, как правило, заводского изготовления. Выполнение этих деталей должно соответствовать стандартам машиностроения; детали должны быть изготовлены из материалов, рекомендуемых в приложении 1.

При соответствующем техническом обосновании допускается применение деталей трубопроводов, изготовленных по специальным техническим условиям и чертежам.

7.8. Соединение жидкостных трубопроводов с оборудованием и арматурой, конструкция которых предусматривает разъемные подсоединения к трубопроводу, должно производиться при помощи ответных соединительных деталей, поставляемых с оборудованием и арматурой, или изготовленных по нормалам машиностроения из материалов согласно приложению 1.

### **Арматура**

7.9. Для жидкостных трубопроводов должна применяться арматура, специально предназначенная для работы с жидкими продуктами разделения воздуха.

Арматуру, устанавливаемую на жидкостных трубопроводах, следует выбирать по каталогам, стандартам, нормалам машиностроения или специальным техническим условиям в соответствии с ее назначением, рабочими параметрами и с учетом условий эксплуатации.

7.10. Арматура, устанавливаемая на жидкостных трубопроводах, как правило, должна быть приварной с сильфонным уплотнением шпинделя.

Применение фланцевой арматуры, а также арматуры с сальниковым уплотнением шпинделя на жидкостных трубопроводах допускается в обоснованных случаях для трубопроводов с рабочим давлением до 2,5 МПа (25 кгс/см<sup>2</sup>).

7.11. Обезжиривание арматуры, устанавливаемой на трубопроводах жидкого кислорода, следует производить в соответствии с требованиями ОСТ 26-04-312-83.

Арматура не подлежит обезжириванию перед монтажом, если обезжиривание было произведено на заводе-изготовителе (что должно быть подтверждено сопроводительным документом) и не нарушена упаковка.

### **Контрольно-измерительные приборы**

7.12. Контрольно-измерительные приборы, работающие в комплекте с импульсными трубами, должны выбираться в соответствии с требованиями для газа, соответствующего испарившейся жидкости. Контрольно-измерительные приборы для трубопроводов жидкого кислорода должны соответствовать требованиям Инструкции по проектированию трубопроводов газообразного кислорода Минхимпрома. Для трубопроводов жидкого азота и аргона могут быть использованы приборы общего назначения.

7.13. Импульсные линии контрольно-измерительных приборов, устанавливаемых на жидкостных трубопроводах, кроме анализных, следует выполнять из материалов и труб согласно приложению 1.

Анализные импульсные трубы следует выполнять только из коррозионно-стойких сталей.

7.14. Арматура и импульсные проводки контрольно-измерительных приборов для трубопроводов жидкого кислорода должны быть обезжирены в соответствии с требованиями отраслевого стандарта Минхиммаша ОСТ 26-04-312-83.

### **Опоры**

7.15. При выборе опор и подвесок для трубопроводов следует руководствоваться требованиями ГОСТ 14911-89, ГОСТ 14097-77, ГОСТ 16127-78.

При расчете опор и подвесок следует учитывать действующую нагрузку, в том числе массу трубопровода с транспортируемым веществом (или водой при гидравлическом испытании) и тепловой изоляцией, а также усилия, возникающие от температурных перемещений трубопровода.

Примечание. Массу снега и льда следует учитывать в расчетах только при надземной прокладке трубопроводов вне помещений.

7.16. Подвижные опоры следует предусматривать независимо от диаметра и способов прокладки трубопроводов. При этом в зависимости от возможного направления перемещения трубопровода применяются следующие виды подвижных опор и подвесок:

скользящие - независимо от направления горизонтальных перемещений трубопровода;

скользящие направляющие - при перемещениях вдоль оси трубопровода;

пружинные опоры и подвески - в местах вертикальных перемещений трубопровода;

подвески - при надземной прокладке трубопровода.

7.17. При всех способах прокладки трубопроводов следует предусматривать упорные, приварные, хомутовые неподвижные опоры.

7.18. Для жидкостных трубопроводов с невакуумной изоляцией должны применяться опоры с теплоизолирующими прокладками, изготовленными из неорганических материалов (асбоцементные плиты и т.п.).

7.19. Марки стали для строительных конструкций (кронштейны, траверсы и т.п.) и крепежные детали к ним следует предусматривать в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию стальных конструкций.

При выборе материалов для опор и подвесок, размещаемых на открытом воздухе и в неотапливаемых помещениях, за расчетную температуру следует принимать среднюю температуру наиболее холодной пятидневки согласно главе СНиП по строительной климатологии и геофизике. Рекомендуемые для изготовления подвесок и опор марки стали приведены в приложении 2.

## 8. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

### Районы с сейсмичностью 8 баллов и более

8.1. Прокладку межцеховых жидкостных трубопроводов по территории промышленного предприятия следует предусматривать, как правило, на низких опорах.

8.2. В местах проезда автотранспорта и другой техники прокладку жидкостных трубопроводов следует осуществлять в непроходных каналах.

8.3. Крепление надземных трубопроводов к опорам следует предусматривать свободное с предохранением от возможного сброса труб.

8.4. Эстакады для жидкостных трубопроводов должны располагаться на расстоянии не менее 0,8 высоты ближайших не сейсмостойких зданий или сооружений.

8.5. Прокладка жидкостных трубопроводов по стенам, колоннам, фермам не сейсмостойких зданий не допускается.

8.6. Компенсирующую способность каждого участка жидкостного трубопровода между неподвижными опорами следует предусматривать на 100 мм больше требуемой по расчету на температурную деформацию.

### Районы вечномерзлых грунтов

8.7. При проектировании жидкостных трубопроводов в районах вечномерзлых грунтов должен быть использован опыт эксплуатации имеющихся в районе предполагаемого строительства сетей водоснабжения и теплоснабжения, а также систем газоснабжения и кабельных линий.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(рекомендуемое)

Таблица

### Рекомендуемые к применению материалы для жидкостных трубопроводов

#### Трубы и фасонные детали

Стандарты или технические условия на	Марка металла и стандарт	$R_y$ , МПа, не
--------------------------------------	--------------------------	-----------------

трубы	фасонные детали		более
1	2	3	4
ГОСТ 9941-81 ТУ 14-3-59-71	ГОСТ 22790-77 по 22826-77 и примечание 1	12X18H10T и 10X14Г14ГН4Т по ГОСТ 5632-72	42
ГОСТ 9940-81 ТУ 14-3-59-71			25
	ТУ 36-1686-77 и примечание 1		10
Примечание 2	Примечание 1	12X18H10T и 10X14Г14ГН4Т по ГОСТ 19904-74 (при толщине до 3 мм) и по ГОСТ 19903-74 (при толщине 4 мм и более)	4
ГОСТ 494-76	Примечание 1	Латунь Л63 по ГОСТ 15527-70	42
ГОСТ 617-72	Примечание 1	Медь МЗр по ГОСТ 859-78 с примечанием 3	42
ТУ 1-3-65-75 (до d <sub>y</sub> = 80 мм включительно)	Примечание 1	Алюминий АМцС по ГОСТ 4784-74	4
ГОСТ 18475-73 (d <sub>y</sub> = 100 мм и более)	Примечание 1	Алюминий АМг2 по ГОСТ 4784-74	2,5
Примечание 2	Примечание 1	Алюминий АМцС, АМг5 по ГОСТ 21631-76	0,6

Примечания: 1. По чертежам проекта, отраслевым стандартам и нормам.

2. Трубы из листового материала, изготавливаемые по чертежам проекта или нормам.

При изготовлении труб заводами Минхиммаша следует учитывать требования ограничительного сортамента Минхиммаша ОСТ 26-04-1250-75.

3. По состоянию поставки медные трубы должны быть мягкими (отожженными). Применение твердых (нагартованных) труб допускается в технически обоснованных случаях.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

(рекомендуемое)

Таблица

### Сталь, рекомендуемая для изготовления опор и подвесок

Марка стали	Температура	
	макс.	мин.
ВСт 3кп2 ГОСТ 380-71	200	-30
ЕСт 3пс6 ГОСТ 380-71	450	-40
ВСт 3пс5		
09Г2С-6 ГОСТ 5520-79	200	-50
09Г2С-15 ГОСТ 5520-79	450	-70

Примечание. При отогреве и регенерации адсорбента в трубопроводах с вакуумной изоляцией температура стенки трубопровода не должна превышать максимальных значений, данных в таблице.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие указания

2. Трассы и способы прокладки

Межцеховые жидкостные трубопроводы

Прокладка межцеховых жидкостных трубопроводов на эстакадах, высоких и низких опорах

Прокладка межцеховых жидкостных трубопроводов в непроходных каналах

Внутрицеховые жидкостные трубопроводы

3. Конструктивные требования к жидкостным трубопроводам

Соединения жидкостных трубопроводов

Размещение арматуры

Крепление жидкостных трубопроводов

Компенсация температурных деформаций

Устройства для дренажа и продувки

4. Расчет жидкостных трубопроводов на прочность и устойчивость

5. Тепловая изоляция жидкостных трубопроводов

6. Испытания и продувка жидкостных трубопроводов

7. Материалы и изделия

Трубы и фасонные детали

Арматура

Контрольно-измерительные приборы

Опоры

8. Дополнительные требования

Районы с сейсмичностью 8 баллов и более

Районы вечномёрзлых грунтов

Приложение 1. Рекомендуемые к применению материалы для жидкостных трубопроводов

Трубы и фасонные детали

Приложение 2. Сталь, рекомендуемая для изготовления опор и подвесок