

Система промышленных трубопроводов RAUPEX



	Стр.		Стр.
1. Компоненты системы	3	5.5.6 Трубопроводы для сжатого воздуха серии SDR 11	20
		5.5.7 Трубопроводы для сжатого воздуха серии SDR 7,4	21
2. Трубопроводы	3	6. Транспортировка охлаждающей воды	22
2.1. Материал RAU-PE-Ха	3	6.1 Общие сведения	22
2.1.1. Свойства материала	3	6.2 Расчет	22
2.1.2. Технические характеристики материала PE-Ха	3	6.2.1 Формуляр для расчета потерь давления	22
2.1.3. Устойчивость к химическому воздействию	3	6.2.2 Пример расчета потерь давления	23
2.2. Долговечность	4	6.2.3 Трубопроводы для транспорта охлаждающей жидкости серии SDR 11	24
2.3. Виды трубопроводов	5	6.2.4 Трубопроводы для транспорта охлаждающей жидкости серии SDR 7,4	25
2.3.1. Труба RAUPEX-A	5	6.2.5 Формуляр расчета потерь давления	26
2.3.2. Труба RAUPEX-K	5	7. Транспортировка твердых материалов	27
2.3.3. Труба RAUPEX-O	5	7.1 Гидравлическая транспортировка твердых материалов	27
2.3.4. Труба RAUPEX-UV	5	7.2 Пневмотранспорт	27
2.3.5. Труба RAUTHERM-FW	5	8. Монтаж и прокладка	27
3. Техника соединения с помощью подвижной гильзы	5	8.1 Прокладка в грунте	27
3.1. Описание	5	8.1.1 Земляные работы	27
3.2. Материал фасонных частей	5	8.1.2 Проверка трубопроводов перед укладкой	27
3.3. Монтажный инструмент	6	8.1.3 Особенности при размотке бухт	27
3.4. Монтаж соединения трубопроводов диаметром 16-40 мм	7	8.1.4 Минимальные радиусы изгиба при прокладке в грунте	27
3.5. Монтаж соединения трубопроводов диаметром 40-110 мм	8	8.1.5 Засыпка траншей	28
3.6. Демонтаж соединения с подвижной гильзой	9	8.2 Прокладка в защитной трубе	28
4. Техника соединения с помощью электросварной муфты	9	8.3 Прокладка в кабельном канале	28
4.1. Материал	9	8.4 Прокладка с применением кабеленесущей шины КНШ	28
4.2. Области применения	9	8.4.1 Прокладка в КНШ	28
4.3. Монтажный инструмент	9	8.4.2 Прокладка под или рядом с КНШ	28
4.4. Монтаж соединения	10	8.5 Свободная прокладка в фиксирующем желобе	29
4.5. Монтаж тройника под врезку	12	8.5.1 Монтаж плеча компенсатора	29
4.6. Указания по монтажу с помощью электросварных муфт и тройников под врезку	14	8.5.1.1 Расчет длины плеча компенсатора	29
5. Трубопроводы для сжатого воздуха	16	8.5.1.2 Пример расчета	29
5.1. Общие сведения	16	8.5.1.3 Определение длины плеча компенсатора по диаграмме	29
5.2. Стоимость энергии при транспортировке сжатого воздуха	16	8.6 Свободная прокладка без фиксирующего желоба	32
5.3. Преимущества промышленных трубопроводов RAUPEX в системах транспортировки сжатого воздуха	16	8.6.1 Прокладка с устройством компенсаторов	32
5.4. Качество сжатого воздуха	17	8.6.2 Прокладка с предварительным напряжением	34
5.4.1. Класс качества в зависимости от максимального размера частиц и их максимальной концентрации	17	9. Кронштейны для крепления трубы RENAУ	35
5.4.2. Класс качества в зависимости от влагосодержания	17	9.1 Кронштейны RENAУ с хомутом и без него	35
5.4.3. Класс качества в зависимости от содержания масла	17	9.2 Кронштейны RENAУ для крепления труб к стене	36
5.4.4. Пример определения критериев качества сжатого воздуха	17	10. Противопожарная защита	37
5.5. Расчет	18	10.1 Воздействие пожара	37
5.5.1. Расчет рабочего давления	18	10.2 Противопожарные манжеты	37
5.5.2. Расчет объемного расхода	18	11. Маркировка трубопроводов	37
5.5.3. Расчет длины трубопровода	18	11.1 Цветовая маркировка	37
5.5.4. Расчет допустимых потерь давления	19	11.2 Наклейки RENAУ с маркировкой	38
5.5.5. Подбор диаметра трубопровода при помощи номограммы	19	12. Примеры из практики	38

1. Компоненты системы

Система промышленных трубопроводов RAUPEX с успехом применяется для различных целей в таких отраслях промышленности, как химическая, электротехническая и автомобильная. Быстрая и надежная техника соединения, стойкость к коррозии, малый вес трубы и невысокая стоимость монтажа – все эти преимущества объединены в системе RAUPEX. Система промышленных трубопроводов RAUPEX – это комплексная система, удовлетворяющая всем требованиям современной индустрии. В системе представлен большой ассортимент различных трубопроводов, фитингов, монтажного инструмента и других комплектующих, которые будут впоследствии подробно рассмотрены и описаны в данной технической информации.

2. Трубопроводы

Основой системы промышленных трубопроводов RAUPEX являются трубопроводы из сшитого полиэтилена (PE-Xa) с цветным защитным покрытием, произведенные согласно DIN 16892/93. Трубы RAUPEX предлагаются для двух ступеней давления и имеют, соответственно, разную толщину стенки (SDR 11 и SDR 7,4). Понятие SDR служит для описания отношения наружного диаметра к толщине стенки трубы.

$$SDR = d / s$$

d: Наружный диаметр трубы [мм]
s: Толщина стенки [мм]

Из этого соотношения видно, что трубы SDR 7,4 имеют более толстую стенку, чем трубопроводы серии SDR 11. Вследствие этого, трубы серии SDR 7,4 могут выдерживать более высокое внутреннее давление, чем трубы серии SDR 11. За счет более низкого внутреннего диаметра их пропускная способность, разумеется, снижается прил. на 60% по сравнению со значением для SDR 11. По этой причине, при выборе трубопровода важно учитывать такие важные параметры, как давление, пропускная способность и температурный режим.

2.1 Материал RAU-PE-Xa

Трубопроводы для промышленности из программы RAUPEX состоят из сшитого полиэтилена RAU-PE-Xa, пероксидной сшивки REHAU. Данный вид сшивки производится с применением пероксидов при высокой температуре и высоком давлении. При этом отдельные молекулярные цепочки полиэтилена соединяются в единую трехмерную структуру. Для сшивки при высоком давлении характерно протекание процесса в расплаве, т.е. выше точки кристаллизации. Процесс сшивки протекает в экструдере в ходе формования трубы и обеспечивает равномерно высокий процент сшивки по всему ее поперечному сечению, даже у толстостенных труб. Полиэтилен, сшитый пероксидным методом, обозначается как PE-Xa. Трубы, сшитые данным способом, восстанавливают свою форму после многократных механических воздействий при нагреве.

2.1.1 Свойства материала

За счет сшивки полиэтилена значительно улучшаются его свойства:

- коррозионная устойчивость
- отсутствие отложений
- высокая устойчивость к абразивному износу
- обладает памятью формы
- устойчивость к высоким температурам и давлению
- плохая проводимость звука токсикологическая и физиологическая безопасность
- очень высокая ударная вязкость даже при низких температурах

2.1.2 Технические характеристики материала PE-Xa

Плотность	0,94 г/см ³
Средний коэффициент температурного расширения при температуре от 0 до 70°C	1,5 10 ⁻⁴ К ⁻¹
Теплопроводность	0,41 Вт/Км
Модуль упругости	600 Н/мм ²
Поверхностное сопротивление	>10 ¹²
Класс пожарной опасности	B2 (нормально-воспламеняемый)
Шероховатость	0,007мм

Табл. 1: Технические характеристики труб из PE-Xa

2.1.3 Устойчивость к химическому воздействию

Трубы RAUPEX обладают высокой устойчивостью к химическим соединениям. Коэффициент запаса прочности и стойкость к высоким температурам зависят от среды и различны для воды и сжатого воздуха. Если предполагается использовать трубы RAUPEX для транспортировки химикатов, REHAU окажет Вам консультационную техническую поддержку.

2.2 Долговечность

Долговечность труб RAUPEX зависит от взаимодействия таких факторов, как давление и температура. При соответствующей комбинации этих параметров можно определить максимальное давление для определенной температуры и срока эксплуатации.

Температура [°C]	Срок эксплуатации	Допустимое рабочее давление p [бар]	
		SDR 11	SDR 7,4
10	1	17,9	28,3
	5	17,5	27,8
	10	17,4	27,6
	25	17,2	27,3
	50	17,1	27,1
	100	17,0	26,9
20	1	15,8	25,1
	5	15,5	24,6
	10	15,4	24,4
	25	15,2	24,2
	50	15,1	24,0
	100	15,0	23,8
30	1	14,0	22,3
	5	13,8	21,9
	10	13,7	21,7
	25	13,5	21,4
	50	13,4	21,3
	100	13,3	21,1
40	1	12,5	19,8
	5	12,2	19,4
	10	12,1	19,3
	25	12,0	19,1
	50	11,9	18,9
	100	11,8	18,7
50	1	11,1	17,7
	5	10,9	17,3
	10	10,8	17,2
	25	10,7	17,0
	50	10,6	16,8
	100	10,5	16,7
60	1	9,9	15,8
	5	9,7	15,5
	10	9,7	15,3
	25	9,5	15,2
	50	9,5	15,0
70	1	8,9	14,1
	5	8,7	13,8
	10	8,6	13,7
	25	8,5	13,6
	50	8,5	13,4
80	1	8,0	12,7
	5	7,8	12,4
	10	7,7	12,3
	25	7,6	12,1
90	1	7,2	11,4
	5	7,0	11,1
	10	6,9	11,0
	15	6,9	11,0
95	1	6,8	10,8
	5	6,6	10,6

Данные приведены для воды и воздуха, коэффициент запаса прочности 1,25

Таб. 2: Таблица долговечности труб RAUPEX

2.3 Виды трубопроводов

Согласно DIN 2403 трубы для транспортировки различных сред должны иметь различную маркировочную окраску. Цветовая маркировка труб производится на основе вышеуказанного документа.

2.3.1 Труба RAUPEX-A

Труба RAUPEX-A состоит из сшитого полиэтилена RAU-PE-Ха согласно DIN 16892/93, защитного слоя из полиэтилена PE 80 и имеет серебристо-серый цвет (RAL 7001). Согласно DIN 2403, серебристо-серый цвет применяется для обозначения труб для транспортировки воздуха. Рекомендуется использовать эти трубы для чистого, продувочного и сжатого воздуха.

2.3.2 Труба RAUPEX-K

Труба RAUPEX-K состоит из сшитого полиэтилена RAU-PE-Ха согласно DIN 16892/93, защитного слоя из полиэтилена PE 80 и имеет желто-зеленый цвет (RAL 6018). Согласно DIN 2403, желто-зеленый цвет применяется для обозначения труб для транспортировки воды. По этой причине эти трубы подходят для транспортировки воды хозяйственно-питьевого назначения, конденсата, затворной и охлаждающей воды.

2.3.3 Труба RAUPEX-O

Труба RAUPEX-O состоит из сшитого полиэтилена RAU-PE-Ха согласно DIN 16892/93, устойчивого к ультрафиолетовому излучению, защитного слоя из полиэтилена PE 80, имеет небесно-голубой цвет (RAL 5015). Эти трубы подходят для любого промышленного применения, где желательно применение трубы голубого цвета. В противоположность DIN 2403, голубой цвет часто используется для обозначения труб для транспортировки сжатого воздуха.

2.3.4 Труба RAUPEX-UV

Труба RAUPEX-UV состоит из сшитого полиэтилена RAU-PE-Ха согласно DIN 16892/93, устойчивого к ультрафиолетовому излучению, защитного слоя из полиэтилена PE 80, имеет черный цвет (RAL 9005). Согласно DIN 2403, черный цвет применяется для маркировки труб для транспортировки негорючих газов и жидкостей. Эти трубы особенно подходят для наружной прокладки в случаях, когда труба подвергается воздействию ультрафиолетовых лучей. При использовании этой трубы особенно следует учитывать, что за счет воздействия солнечных лучей температура трубы может значительно повыситься, что необходимо учитывать при расчете системы для транспортировки сжатого воздуха.

2.3.5 Труба RAUTHERM-FW

Труба RAUTHERM-FW состоит из сшитого полиэтилена RAU-PE-Ха согласно DIN 16892/93, кислородозащитного слоя согласно DIN 4726 и DIN 4729. За счет присутствия кислородозащитного слоя, труба RAUTHERM-FW особенно подходит для замкнутых контуров, где этот слой препятствует проникновению кислорода к теплоносителю.



Рис. 1. Соединение в разрезе

3. Техника соединения с помощью подвижной гильзы

3.1 Описание

Метод соединения с помощью подвижной гильзы был разработан и запатентован фирмой REHAU для быстрого, безопасного и долговечного соединения трубопроводов RAUPEX между собой. Для монтажа необходима только подвижная гильза и фитинг. Данная техника соединения не предполагает наличия каких-либо уплотнительных колец, а использует материал трубы для уплотнения соединения. Благодаря четырем уплотнительным бортикам фитинга, обеспечивается абсолютная надежность соединения. За счет специальных фиксирующих проточек на гильзе предотвращается самопроизвольное сползание гильзы в процессе эксплуатации. Для производства соединения при помощи подвижной гильзы разрешается использовать только монтажный инструмент фирмы REHAU, который позволяет вести быстрый, простой и безопасный монтаж.

3.2 Материал фасонных частей

Фасонные части системы изготовлены из специальной латуни, стойкой к вымыванию цинка, что соответствует требованиям DIN EN 1254/3 (E) класс А (наивысшая категория). Подвижные гильзы, которые не входят в соприкосновение с транспортируемым веществом, изготавливаются из термически отпущенной стандартной латуни CuZn 39 Pb3/F43 согласно DIN 17671.

3.3 Монтажный инструмент

Компания REHAU предлагает монтажным организациям различные комплекты инструмента для соединения трубопроводов с помощью подвижной гильзы. Многообразие различных наборов инструмента позволяет монтажной организации подобрать такой комплект инструмента, который будет идеален для использования в соответствующих монтажных условиях. Монтажник сам решает для себя, какой набор инструмента наиболее полно отвечает условиям монтажа в каждом конкретном случае.



Рис. 2. Комплект монтажного инструмента RAUTOOL M1

Комплект монтажного инструмента RAUTOOL M1:

Комплект ручного инструмента со спаренными запрессовочными насадками для продвижки гильз на трубопроводы двух диаметров. Привод осуществляется от ножного (ручного) насоса. Предназначен для монтажа трубопроводов диаметром 16-40 мм.



Рис. 3. Комплект монтажного инструмента RAUTOOL H1

Комплект монтажного инструмента RAUTOOL H1:

Комплект механико-гидравлического инструмента со спаренными запрессовочными насадками для продвижки гильз на трубопроводы двух диаметров: применяется для монтажа трубопроводов диаметром 16-40 мм.

Гидравлические монтажные инструменты RAUTOOL H1, RAUTOOL E2 и RAUTOOL A1 совместимы друг с другом и оснащаются одинаковыми комплектами насадок. Эспандеры и расширительные насадки системы RAUTOOL компании REHAU до диаметра 32 мм подходят для всех типов инструментов.



Рис. 4. Комплект монтажного инструмента RAUTOOL E2

Комплект монтажного инструмента RAUTOOL E2:

Комплект электрогидравлического инструмента со спаренными запрессовочными насадками для продвижки гильз на трубопроводы двух диаметров. Привод осуществляется от электрического насоса. Предназначен для монтажа трубопроводов диаметром 16-40 мм. Рабочий цилиндр может при желании быть использован для привода в действие расширительных насадок.



Рис. 5. Комплект монтажного инструмента RAUTOOL A1

Комплект монтажного инструмента RAUTOOL A1:

Комплект электрогидравлического инструмента со спаренными запрессовочными насадками для продвижки гильз на трубопроводы двух диаметров. Привод осуществляется от электронасоса, расположенного непосредственно на рабочем цилиндре с питанием от электроаккумулятора. Предназначен для монтажа трубопроводов диаметром 16-40 мм.



Рис. 6. Комплект монтажного инструмента RAUTOOL G1

Комплект монтажного инструмента RAUTOOL G1:

Инструмент предназначен для развальцовки труб и продвижки гильз на трубопроводы диаметром 50-63 мм, возможен также монтаж трубопроводов диаметром 40 мм, а также 70-110 мм. Рабочий цилиндр используется как для развальцовки труб, так и для продвижки гильз. Привод осуществляется от электрогидравлического насоса. По желанию инструмент может комплектоваться ножным насосом.

3.4 Производство соединения трубопроводов диаметром 16–40 мм



Рис. 7
1. Отрезать трубу по размеру под прямым углом



Рис. 8
2. Надеть на трубу подвижную гильзу фаской в сторону фитинга



Рис. 9
3. Произвести развальцовку трубы в два приема, повернув трубу относительно расширительной насадки после первой развальцовки на 30°



Рис. 10
4. Произвести развальцовку трубы в два приема, повернув трубу относительно расширительной насадки после первой развальцовки на 30°



Рис. 11
5. Вставить фитинг в развальцованную трубу



Рис. 12
6. Вставить соединение в запрессовочную насадку (тиски) без перекоса



Рис. 13
7. Свести запрессовочные насадки инструмента (тиски) и надвинуть гильзу до ее упора в край фитинга



Рис. 14
8. Готовое соединение, которое можно сразу нагружать давлением и температурой

3.5 Производство соединения трубопроводов диаметром 40–110 мм



Рис. 15
1. Отрезать трубу по размеру под прямым углом



Рис. 16
2. Надеть на трубу подвижную гильзу фаской в сторону фитинга



Рис. 17
3. Произвести развальцовку трубы в два приема, повернув трубу относительно расширительной насадки после первой развальцовки на 30°



Рис. 18
4. Вставить фитинг в развальцованную трубу. Через небольшое время труба плотно обожмет фитинг (эффект памяти формы)



Рис. 19
5. Снять расширительную насадку



Рис. 20
6. Надеть запрессовочную насадку на цилиндр



Рис. 21
7. Вставить соединение в запрессовочную насадку (тиски) без перекоса



Рис. 22
8. Свести запрессовочные насадки инструмента (тиски) и надвинуть гильзу до ее упора в край фитинга



Рис. 23
9. Готовое соединение, которое можно сразу нагружать давлением и температурой

3.6 Демонтаж соединения с подвижной гильзой

При ремонте и внесении изменений в разводку (напр., расширение трубопроводной сети, удаление неправильно запрессованной фасонной части) фасонная часть может быть демонтирована. При этом узел с фасонной частью должен быть полностью отделен при помощи ножниц от сети:

1. Отделить демонтируемый участок от сети.
2. Нагреть демонтируемое соединение до 130°C.
3. Удалить подвижные гильзы и обрезать трубу. Внимание! Опасность обжечься!
4. Фитинг можно использовать вторично, подвижную гильзу следует утилизировать.

4. Техника соединения на электросварной муфте

В электросварные фитинги для производства соединения на электросварной муфте встроены электрические спирали. За счет протекания по спиралям электрического тока они нагреваются до определенной температуры и протекает процесс сварки. Каждый фитинг имеет определенное сопротивление, которое позволяет автоматически выставлять на сварочном аппарате REHAU (артикул 244 762-001) параметры сварки. Штрих-код, нанесенный на каждый ЭСМ-фитинг, позволяет применять практически все стандартные сварочные аппараты со считывающим сканером.

Благодаря встроенным штифтам, которые выступают наружу, при завершении процесса сварки для визуального контроля завершения процесса сварки на каждом фитинге. У труб из полимерных материалов в результате атмосферных воздействий может образовываться оксидационная пленка на поверхности. Из-за этого, непосредственно перед началом процесса сварки необходимо шабером удалить верхний слой с поверхности трубы.



Рис. 24: Электросварная муфта REHAU в разрезе

4.1 Материал

Электросварные муфты изготавливаются из черного полиэтилена, устойчивого к ультрафиолету (PE 100).

- плотность >0,93 г/см³ (согласно DIN 53479, технология А)
- индекс плавления 005 (MFI 190/5): 0,4-0,7 г/10 мин. согласно DIN 53735

4.2 Области применения

Температура [°C]	Макс. рабочее давление [бар]	Срок службы [лет]
20	16	50
30	12,8	50
40	9,6	50
50	6,4	15

Данные приведены для воды и воздуха, коэффициент запаса прочности 1,25

Табл. 3: Области применения ЭСМ-муфт

Входное напряжение (АС)	230 В (185-300 В)
Входная частота	50 Hz (40-65 Hz)
Сила тока на входе	16 А
Выходное напряжение	40 В
Сила тока на выходе	макс. 60 А
Мощность	2600 ВА / 80% ED
Температурный диапазон	от -10°C до +50°C
Класс безопасности	CE, IP 54
Вес	прибл. 18 кг
Длина электрического кабеля	4,5 м
Длина сварочного кабеля	4,7 м
Дисплей	2 x 20 с задней подсветкой
Размеры	440 x 380 x 320 мм
Задание параметров	автоматически
Контроль на входе	напряжение / сила тока / частота
Контроль на выходе	напряжение, контакт, сопротивление, короткое замыкание, кривая силы тока, продолжительность сварки, рабочая температура, проверка системы
Сообщение об ошибке	звуковой сигнал, показывается на дисплее

Табл. 4: Технические характеристики аппарата для сварки ЭСМ-муфт REHAU

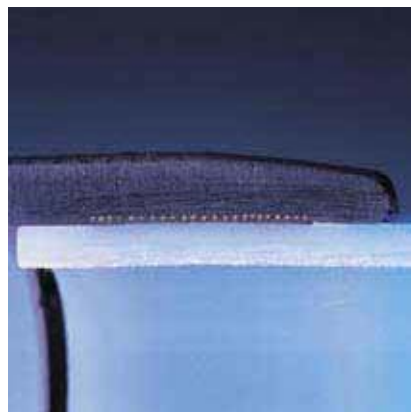


Рис. 25: Встроенная спираль

4.3 Монтажный инструмент

Сварочный аппарат REHAU работает полностью автоматически. Он имеет жесткий корпус и дисплей с подсветкой. При помощи двух разноцветных электрических кабелей (черный и красный) аппарат подключается к фитингу. При этом красный кабель следует вставлять в красный контакт на фитинге. Встроенное сопротивление на фитинге REHAU автоматически задает параметры сварки на сварочном аппарате. Аппарат автоматически контролирует при помощи кривой тока процесс сварки. В случае ошибки пользователь информируется звуковым сигналом и сообщением на дисплее.

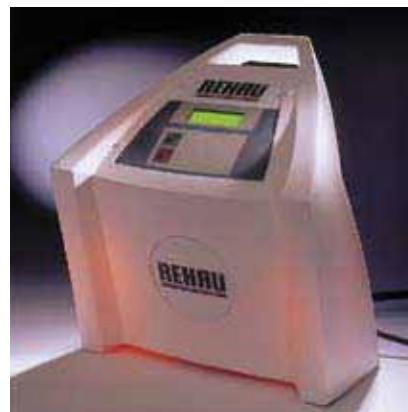


Рис. 26: Аппарат для сварки REHAU

4.4. Производство соединения



Рис. 27

1. Отрезать трубу по размеру под прямым углом



Рис. 28

2. Отметить согласно таблице 5 на какую глубину следует зачистить концы свариваемых труб

Расстояние	Величина зачистки
20	30 мм
25	30 мм
32	35 мм
40	39 мм
50	44 мм
63	53 мм
75	56 мм
90	66 мм
110	67 мм
160	81 мм

Табл. 5. Диапазон зачистки для ЭСМ-муфт



Рис. 29

3. Полностью очистить покрытие, не заступая за отмеченный диапазон



Рис. 30

4. При использовании устройства для зачистки можно не отмечать диапазон отрезки



Рис. 31

5. Зона сварки не должна быть пыльной и жирной, при необходимости следует очистить поверхность очистителем



Рис. 32

6. Вынуть электросварную муфту из полиэтиленового пакета



Рис. 33

7. Надвинуть ЭСМ-муфту на конец трубы



Рис. 34

8. Вставить конец второй трубы в муфту. Зачищенная зона должна полностью уйти в электросварную муфту



Рис. 35
9. Включить сварочный аппарат, вставить красный кабель в красный контакт

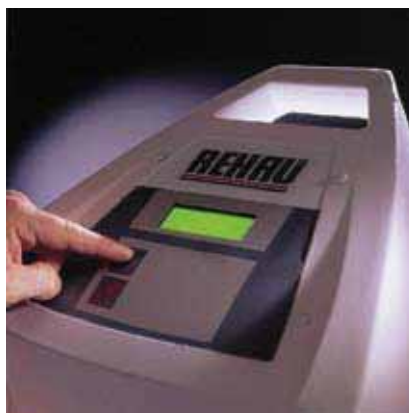


Рис. 36
10. Нажать кнопку управления сварочного аппарата



Рис. 37
11. Проверить глубину вставки. Если зачищенная область выглядывает из муфты, следует убедиться, вставлена ли труба до конца в муфту

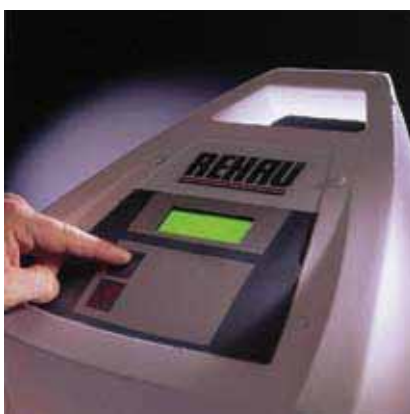


Рис. 38
12. Повторно нажать на кнопку старт



Рис. 39
13. По окончании процесса сварки раздается тоновый сигнал, можно вынуть штекер

Разрешается давать рабочее давление по истечении следующих сроков остывания:

Диаметр	Время остывания
20-63	20 мин
75-110	30 мин
160	70 мин

Табл. 6: Время остывания ЭСМ-муфт

4.5 Монтаж тройника под врезку

Тройники под врезку RENAU позволяют производить врезку в сеть под давлением. Зона сварки находится вокруг намечаемого отверстия. Монтаж тройника под врезку отличается поэтому от процесса сварки соединительной муфты:



Рис. 40

1. Наложить тройник под врезку на место, где предполагается ответвление и отметить



Рис. 41

2. Снять шабером верхний слой трубы между двумя отметками на половину диаметра трубы



Рис. 42

3. При необходимости обработать зону сварки жидкостью тангит



Рис. 43

4. Закрепить тройник под врезку



Рис. 44

5. Подключить сварочный аппарат. Красный кабель к красному контакту

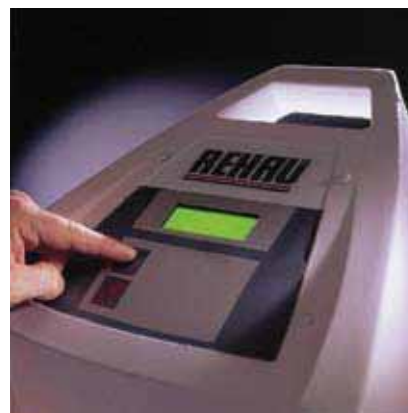


Рис. 45

6. Включить процесс сварки нажатием кнопки «старт»



Рис. 46
7. Акустический сигнал известит об окончании процесса сварки. Штекеры после этого могут быть отключены



Рис. 47
8. После того, как соединение остынет спустя 20 минут, смонтировать ответвление и подвергнуть его испытанию давлением



Рис. 48
9. После завершения гидравлического испытания торцовым ключом на 12 завернуть фрезу в тело трубы



Рис. 49
10. После завершения вырезания отверстия в трубопроводе вывернуть фрезу, вращая ее до упора против часовой стрелки



Рис. 50
11. Снять приводное устройство фрезы



Рис. 51
12. Навернуть колпачок до упора в контрагайку



Рис. 52
Тройник под врезку в разрезе

4.6 Указания к монтажу при помощи электросварных муфт и тройников под врезку



Рис. 53
Для контрастности используйте фломастер другого цвета, чем труба



Рис. 54
Не используйте муфту в качестве шаблона для отметок



Рис. 55
Не используйте тройник под врезку в качестве шаблона для отметок

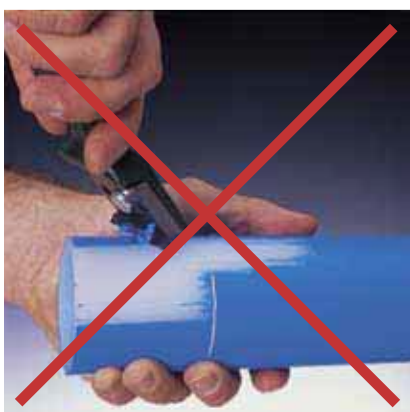


Рис. 56
Не удаляйте верхний слой за пределами отметок



Рис. 57
Если используется автоматическое устройство для снятия верхнего слоя трубы, то его следует прогнать только один раз. Остатки цветного слоя не влияют на процесс сварки, если был удален верхний слой



Рис. 58
Трубы RAUTHERM с кислородозащитным слоем ЭВАП не должны использоваться в сочетании с электросварным соединением



Рис. 59
К зоне сварки нельзя прикасаться руками



Рис. 60
ЭСМ-муфту нельзя трогать изнутри руками



Рис. 61
Свариваемые поверхности не должны быть мокрыми или загрязненными



Рис. 62
Нельзя применять для очистки и протирки использованную ветошь. Используйте только негигроскопичные специальные салфетки



Рис. 63
Вставленные не до конца трубопроводы сваривать нельзя



Рис. 64
Если муфта используется в качестве подвижной, то из нее следует удалить упорные nipples



Рис. 65
Главный выключатель сварочного аппарата находится на его обратной стороне



Рис. 66
В приваренных электросварных муфтах индикаторные стержни приподнимутся со стороны обоих концов трубопровода



Рис. 67
На тройниках под врезку есть только один индикаторный стержень

- Сварка должна производиться без напряжения. При необходимости следует использовать фиксирующие тиски или крепежные шины. По прошествии времени охлаждения, указанного на фитинге (cool:...min.) вспомогательные крепежные устройства могут быть удалены.
- В процессе сварки трубы нельзя шевелить.
- В время процесса сварки нельзя выдергивать сетевой штекер.
- Если возникнет сообщение об ошибке на сварочном аппарате, то ЭСМ-муфты следует демонтировать и утилизировать.

5. Трубопроводы для сжатого воздуха

5.1 Общие сведения

В современной индустрии сжатый воздух используется как источник энергии во многих областях промышленности. Сегодня сложно представить промышленное предприятие без использования сжатого воздуха, будь то привод машин и инструмента или современный производственный процесс.

5.2 Стоимость энергии сжатого воздуха

Высокая стоимость энергии является большим недостатком сжатого воздуха. При этом негерметичность и утечки в трубопроводах добавляют также издержки на транспортировку сжатого воздуха. Причиной потерь энергии зачастую служат неплотные резьбовые соединения, коррозия в трубопроводах, поврежденные компрессионным маслом уплотнения, ошибки при монтаже и т.д. По этой причине при выборе трубопроводов для сжатого воздуха следует обращать внимание на герметичность системы. Система промышленных трубопроводов RAUPEX соответствует требованиям к оборудованию для транспортировки сжатого воздуха как с точки зрения материала трубопроводов, так и техники соединения. За счет отсутствия бесполезных потерь энергии через неплотности трубопроводов и соединений система RAUPEX является лучшим решением для экономии энергии.

5.3 Преимущества системы промышленных трубопроводов RAUPEX в системах транспортировки сжатого воздуха

Благодаря использованию труб RAUPEX и техники соединения на подвижной гильзе и электросварных муфт система промышленных трубопроводов RAUPEX особенно подходит для транспортировки сжатого воздуха. Система имеет следующие преимущества:

- отсутствие утечек в трубопроводах, тем самым отсутствие потерь энергии и низкие эксплуатационные затраты
- отсутствие коррозии, большой срок службы трубопроводов и низкие капитальные затраты
- стабильное качество сжатого воздуха, нейтральны к действию коррозии и не требуют применения дополнительных фильтров
- цветовая маркировка трубопроводов не требует маркировки на месте, быстрого монтажа, сокращение затрат на установку
- простая техника монтажа
- легкий материал труб, простой монтаж под потолком и низкие затраты при прокладке в отличие от стальных трубопроводов
- возможность применения как эластичных, так и жестких трубопроводов
- возможна прокладка в грунте или в здании
- поставка труб в штангах или бухтах
- возможность врезки в трубопровод во время работы системы (тройник под врезку)
- используется при реконструкции и строительстве
- высокая стойкость к компрессионным маслам
- простой и быстрый монтаж

	Отверстие Ø [мм]	Потери давления при 6 бар [л/с]	Потери энергии [кВт/ч]	Затраты*
•	1	1,238	0,3	210,-
●	3	11,14	3,1	2170,-
●	5	30,95	8,3	5810,-
●	10	123,8	33,0	23100,-

* Расчет затрат: кВтч x 0,08 €/кВтч x 8750 часов эксплуатации/год

Табл. 7: Затраты на утечки в зависимости от диаметра отверстия

5.4 Качество сжатого воздуха

К качеству сжатого воздуха в промышленности предъявляются различные требования. Важно, чтобы качество сжатого воздуха обеспечивалось непрерывно во всей длине сети. При этом материал трубопровода не должен оказывать негативного воздействия на качество сжатого воздуха. Система промышленных трубопроводов RAUPEX гарантирует постоянное качество сжатого воздуха в системе от компрессора до конечного потребителя. Качество сжатого воздуха регламентируется нормативом ISO 8573 тремя следующими факторами: максимальным размером частиц, влажностью и содержанием масла в сжатом воздухе. Поскольку в каждом случае к этим параметрам могут предъявляться различные требования, применяется классификация по качеству сжатого воздуха. При указании качества сжатого воздуха используется комбинация трех цифр.

5.4.1 Класс качества в зависимости от максимального размера твердых частиц и их максимальной концентрации

За счет загрязнений в атмосфере в сжатом воздухе часто также обнаруживается большое количество твердых частиц. При помощи специальных фильтров можно значительно снизить концентрацию твердых частиц согласно требованиям.

Класс	макс. размер частиц [µm]	макс. концентрация [мг/м³]
1	0,1	0,1
2	1	1
3	5	5
4	15	8
5	40	10

Табл. 8: Класс качества в зависимости от максимального размера твердых частиц

5.4.2 Класс качества в зависимости от влажностного содержания

За счет компрессии атмосферного воздуха содержание влаги в нем значительно возрастает. Как правило, при подготовке сжатого воздуха он высушивается, чтобы предотвратить выпадение конденсата в оборудовании. Для качественной классификации сжатого воздуха по влажностному содержанию используется температура точки росы. Этот показатель описывает температуру, при которой в сжатом воздухе начинается процесс конденсации.

Класс	Температура точки росы
1	-70°C
2	-40°C
3	-20°C
4	+3°C
5	+7°C
6	+10°C
7	не указано

Табл. 9: Классы качества в зависимости от влажностного содержания

5.4.3 Класс качества в зависимости от содержания масла

В некоторых моделях компрессоров в рабочем процессе используется жидкая смазка. Частицы масла, согласно требованию к качеству сжатого воздуха, должны отделяться от воздуха. Для этого существуют различные методы. Концентрация масла в сжатом воздухе является важным фактором для потребителя. Наивысшее качество достигается при минимальной концентрации масла (например, при производстве фототехники). Для работы некоторых машин и механизмов необходима определенная минимальная концентрация масла. В отдельных случаях применения концентрация масла может быть повышена.

Класс	макс. концентрация масла
1	0,01
2	0,1
3	1
4	5
5	25

Табл. 10: Класс качества в зависимости от содержания масла

5.4.4 Пример определения критериев качества сжатого воздуха

Класс качества 2.4.3

Это означает, что речь идет о воздухе, который содержит максимум 1 мг/м³ твердых частиц размером макс. 1 мкм, имеет температуру образования точки росы + 3°C и содержит максимум 1 мг/м³ масла.

5.5 Расчет

Для приблизительного расчета отдельных фрагментов трубопроводов можно использовать номограммы. Для расчета при помощи номограмм необходимо располагать следующими величинами:

- рабочим давлением
- расходом
- длиной трубопровода
- допустимыми потерями давления

5.5.1 Расчет рабочего давления

Максимальное рабочее давление следует брать согласно данным производителя компрессора. Важно принимать во внимание также максимальное давление, необходимое на оборудовании. Рабочее давление должно превышать на 1 бар максимальное давление, требуемое на оборудовании.

Рекомендация: Если имеется несколько потребителей, которые предъявляют различные требования к сжатому воздуху, целесообразно устроить отдельные системы для каждого из них.

5.5.2 Расчет объемного расхода

Для определения объемного расхода отдельных участков трубопроводов нужно учитывать потребности всех потребителей. Производители машин и инструмента могут по запросу предоставить соответствующую информацию. В отдельных случаях эти значения могут быть недостаточно явно указаны. Расчетные значения для гидравлического инструмента могут быть приняты согласно следующей таблице.

Тип инструмента	Расход воздуха
Пневмопистолет	2-5
Краскопульт	2-7
Пескоструйный пистолет	3-14
Суперфинишный станок	4-7
Пневматический молоток	8-11
Пневматическая дрель	9-30
Пневмогайковерт	2-11
Перфарационный гайковерт	2-35
Шлифмашина	5-20

Табл. 11: Расход воздуха в пневматическом инструменте

5.5.3 Расчет длины трубопровода

При расчете потерь давления по длине трубопроводов следует учитывать потери давления на фитингах. Это делается путем прибавления эквивалентных длин к фактической длине трубопроводов. Поскольку для определения эквивалентных длин необходимо также знать диаметр трубопроводов, следует рассчитывать диаметр для начала без учета фитингов. Затем в расчете учитываются эквивалентные длины трубопроводов и, в случае необходимости, делается перерасчет.

Эквивалентные длины для фасонной части SDR 11

Фасонная часть	20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7	50 x 4,6	63 x 5,8	75 x 6,8	90 x 8,2	110 x 10	160 x 14,6
Угольник 90°	0,8 м	1,0 м	1,2 м	1,5 м	2,4 м	3,0 м	3,7 м	4,5 м	6,0 м	8,0 м
Угольник 45°	0,3 м	0,3 м	0,4 м	0,5 м	0,6 м	0,8 м	1,0 м	1,3 м	1,6 м	2,0 м
Тройник на проходе	0,1 м	0,2 м	0,2 м	0,3 м	0,4 м	0,5 м	0,7 м	0,8 м	1,0 м	1,3 м
Тройник на ответвлении	0,8 м	1,0 м	1,2 м	1,5 м	2,4 м	3,0 м	3,9 м	4,8 м	6,0 м	8,0 м
Переходная муфта	0,2 м	0,3 м	0,4 м	0,5 м	0,7 м	1,0 м	1,5 м	2,0 м	2,5 м	3,0 м

Табл. 12: Эквивалентные длины для фасонной части SDR 11

Эквивалентные длины для фасонной части SDR 7,4

Фасонная часть	16 x 2,2	20 x 2,8	25 x 3,5	32 x 4,4	40 x 5,5	50 x 6,9	63 x 8,7	90 x 8,2	110 x 10	160 x 14,6
Угольник 90°	0,8 м	0,8 м	1,0 м	1,2 м	1,5 м	2,4 м	3,0 м	4,5 м	6,0 м	8,0 м
Угольник 45°	0,3 м	0,3 м	0,3 м	0,4 м	0,5 м	0,6 м	0,8 м	1,3 м	1,6 м	2,0 м
Тройник на проходе	0,1 м	0,1 м	0,2 м	0,2 м	0,3 м	0,4 м	0,5 м	0,8 м	1,0 м	1,3 м
Тройник на ответвлении	0,6 м	0,8 м	1,0 м	1,2 м	1,5 м	2,4 м	3,0 м	4,8 м	6,0 м	8,0 м
Переходная муфта	0,2 м	0,2 м	0,3 м	0,4 м	0,5 м	0,7 м	1,0 м	2,0 м	2,5 м	3,0 м

Табл. 13: Эквивалентные длины для фасонной части SDR 7,4

5.5.4 Расчет потерь давления

Для сети средние удельные потери давления при полной нагрузке не должны превышать 0,1 бар/м. Чтобы облегчить определение диаметра трубопровода всю сеть разделяют на три вида. Для участков каждого вида удельные потери давления не должны превышать следующих максимально допустимых значений.

Главная магистраль	0,04 бара/м
Кольцевая или распределительная линия	0,03 бара/м
Подводки	0,03 бара/м

5.5.5 Подбор диаметра трубопровода при помощи номограммы

Специальная номограмма позволяет производить графический подбор диаметра трубопровода. Для удобства рекомендуется пользоваться цветным карандашом и линейкой.

Рекомендации:

Рабочее давление откладывается прямой линией перпендикулярной оси X. Расход откладывается по правой оси Y и проводится горизонтальная линия влево до вертикальной линии со значением 2000 м. Далее от точки пересечения линий объемного расхода и рабочего давления ведется линия параллельно диагональным линиям до линии со значением 2000 м. От этой точки ведется горизонтальная линия до пересечения со значением длины трубопровода. От этой точки по диагонали идем вправо вверх или влево вниз до линии потерь давления. От этой точки проводим линию влево и определяем требуемый диаметр трубопровода.

Замечание:

Все значения берутся согласно нормативному объемному расходу.

Пример:

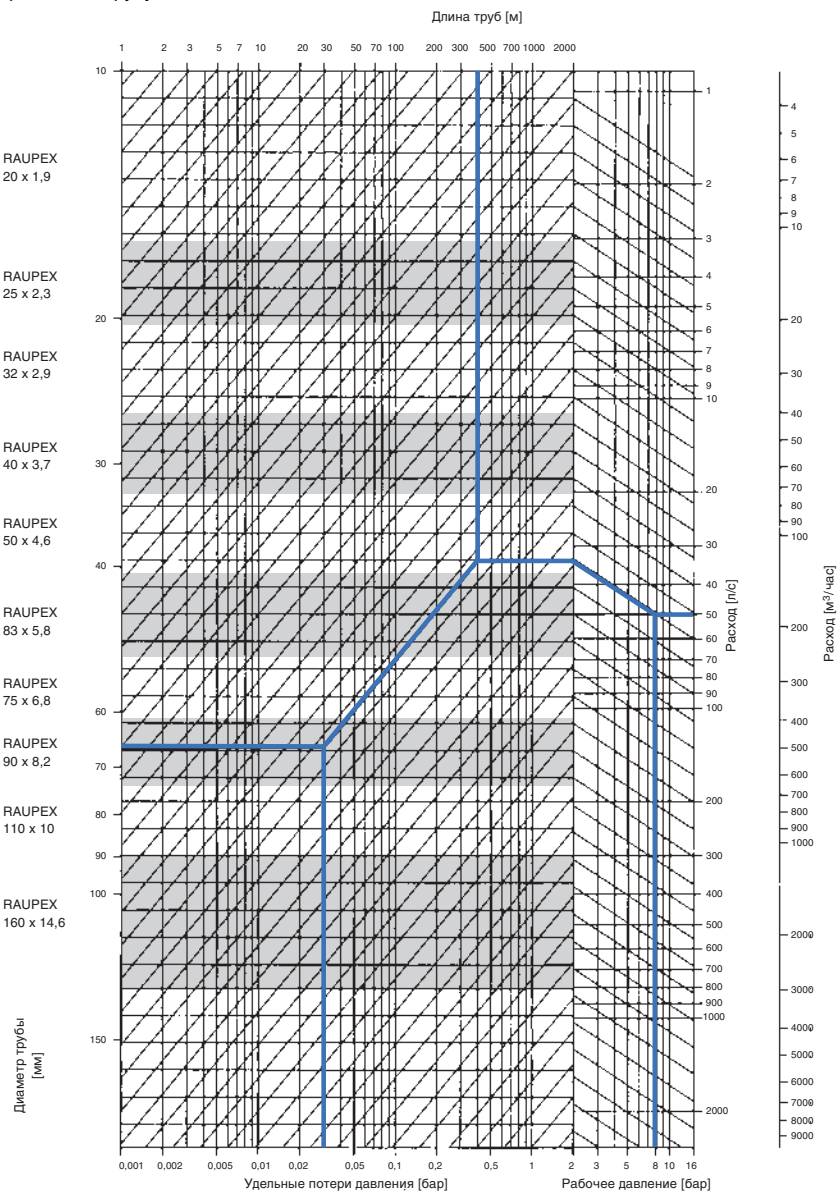
Рабочее давление: 8 бар

Расход: 50 л/с

Длина труб: 400 м

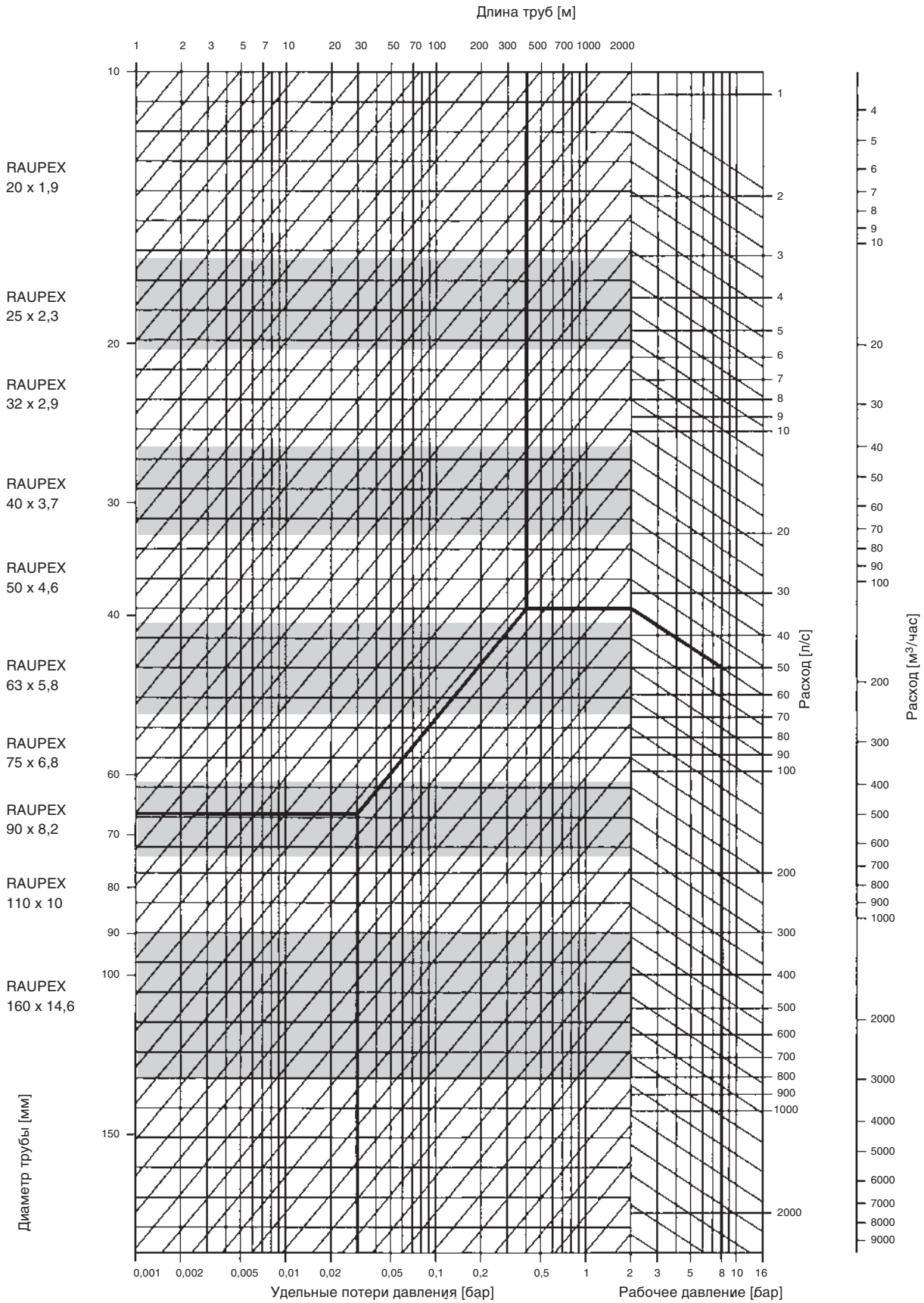
Удельные потери давления: 0,03 бар/м

Принимаем трубу RAUPEX-A 90 x 8,2



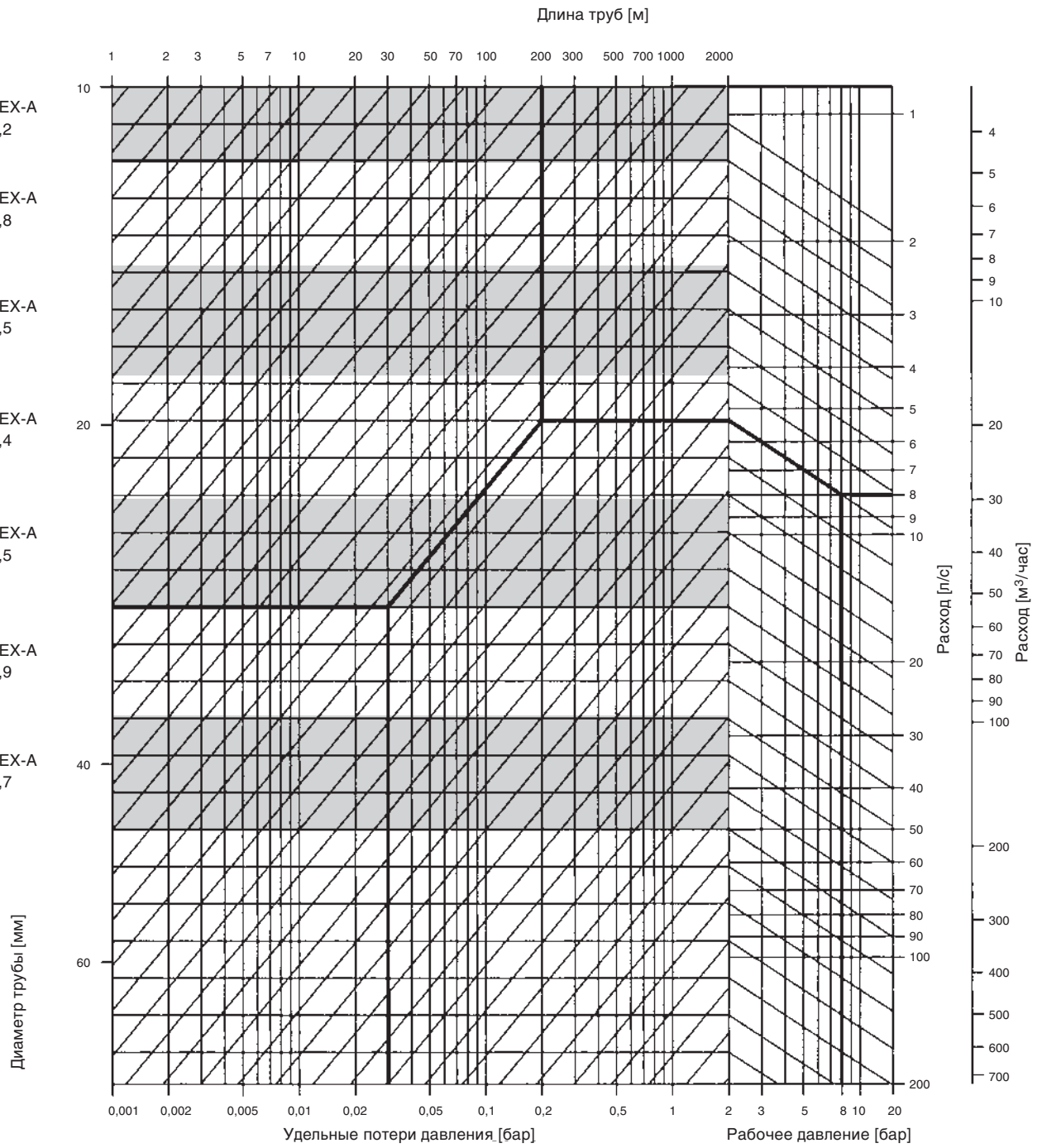
5.5.6 Диаметры трубопроводов для сжатого воздуха SDR 11

Рабочее давление _____ бар
 Расход _____ л/с
 Длина труб _____ м
 Потери давления _____ бар
 → RAUPEX-A _____ x _____



5.5.7 Диаметры трубопроводов для сжатого воздуха SDR 7,4

Рабочее давление _____ бар
 Расход _____ л/с
 Длина труб _____ м
 Потери давления _____ бар
 → RAUPEX-A _____ x _____



6. Транспортировка охлаждающей воды

6.1 Общие сведения

Охлаждающая вода подается в те помещения, где требуется отвод теплоты. Данные системы выполняются, как правило, кольцевыми.

6.2 Расчет

Расчет трубопроводов охлаждающей воды производится в следующей последовательности:

Сначала оценивается необходимый диаметр трубопровода с использованием диаграмм из пункта 6.2.3 или 6.2.4. Далее рассчитываются потери давления в трубопроводах. Если потери давления превышают допустимые, то следует подобрать другой диаметр трубопровода.

Давление	p [Па]
Потери давления	Δp [Па]
Удельные потери давления	R [Па/м]
Расход	V [л/с]
Длина трубопроводов	l [м]
Коэффициент местного сопротивления:	ζ
Количество местных сопротивлений	n
Скорость среды	v [м/с]

Потери давления складываются из потерь давления в трубопроводах и потерь в фасонных частях и рассчитываются согласно равенству 6.1.

$$\Delta p = \Delta p_{\text{труб}} + \Delta p_{\text{ф.частей}} \quad (6.1)$$

$$\Delta p_{\text{труб}} = R \cdot l \quad (6.2)$$

Удельные потери давления на трение R могут быть приняты согласно номограмме 6.2.3 для SDR 11. Данная номограмма рассчитана для воды с температурой 15°C. Для определения потерь давления на трение R необходимо знать диаметр трубы и расход V . Дополнительные потери на фасонных частях Δp складываются из суммы потерь давления на отдельных фасонных частях и рассчитываются по равенству 6.3.

$$\Delta p_{\text{ф.частей}} = n_{\text{ф.частей1}} \cdot \Delta p_{\text{ф.частей1}} + n_{\text{ф.частей2}} \cdot \Delta p_{\text{ф.частей2}} + n_{\text{ф.частей3}} \cdot \Delta p_{\text{ф.частей3}} + \dots \quad (6.3)$$

Обозначение	Условное обозначение	КМС
Угольник 90°		1,3
Угольник 45°		0,5
Тройник на ответвлении		1,3
Тройник на проходе		0,3
Тройник на разделение потоков		1,5
Тройник на слияние потоков		1,3
Понижающая муфта		0,4
Задвижка		0,5
Шаровой кран		0,1

Значения даны приблизительно, для тройников $v=\text{const}$

Табл. 14: Значения сопротивления ζ для фасонных частей

Потери давления на местных сопротивлениях можно определить при помощи равенства 6.4. Значения КМС ζ при этом берутся согласно 6.1.

$$\Delta p_{\text{ф.частей1}} = \zeta_{\text{ф.частей1}} \cdot \rho/2 \cdot v^2 \quad (6.4)$$

Значение скорости v определяется графически при помощи номограмм 6.2.3 и 6.2.4. Это значение используется далее для определения квадрата скорости v^2 . Значения сопротивлений ζ при этом берутся из таблицы 14. Результат из равенства 6.4 подставляется в 6.3. Затем результат из равенства 6.3 и 6.2 можно подставить в 6.1. Если значение из 6.1 находится в пределах заданного Δp , то это значит, что расчет произведен верно. В противном случае следует произвести перерасчет с большим диаметром пока не будут достигнуты необходимые значения Δp .

6.2.1 Формуляр для расчета потерь давления

Для быстрого и простого расчета потерь давления можно воспользоваться расчетным формуляром RENAУ. В строке 1 и 2 заносятся диаметр трубопровода и расход. Потери давления на трение определяются при помощи номограмм 6.2.3 и 6.2.4 и вносятся в строку 3. Определив длину трубопроводов, которую заносят в строку 4, можно определить потери давления Δp . Из этой номограммы определяется скорость v , которая заносится в строку 5 и затем квадрат скорости заносится в строку 6. Данное значение учитывается в строках 7-15. Для определения $\Delta p_{\text{ф.частей}}$ в строках 7-15 вносятся данные по фасонным частям. Перемножением определяются потери давления на фасонных частях по отдельности для каждой. Складывая эти значения получают суммарные потери давления на фасонных частях $\Delta p_{\text{ф.частей}}$, которые затем вносятся в строку 16. Общие суммарные потери давления Δp рассчитываются в строке 17.

6.2.2 Пример расчета потерь давления

1 Диаметр трубопровода

75x6,8

2 Расход

V = 3,6 л/с

3 Потери давления на трение

R = 250 Па/м

← из диаграммы

4 Длина труб

l = 60 м

$$\Delta p_{\text{трубопров.}} = R \times l = 15000 \text{ Па}$$

5 Скорость

v = 1,2 м/с

← из диаграммы

6 Квадрат скорости

v² = 1,44 м²/с²

Обозначение	Условное обозначение	$\Delta p_{\text{ф. частей}}$	= Кол-во	x	КМС	x	Q^2	x	v^2	=
7 Угольник 90°		$\Delta p_{\text{Угольник 90°}}$	10	x	1,3	x	500	x	1,44	= 9360 Па
8 Угольник 45°		$\Delta p_{\text{Угольник 45°}}$	2	x	0,5	x	500	x	1,44	= 720 Па
9 Тройник на ответвлении		$\Delta p_{\text{Тройник на ответвлении}}$	—	x	1,3	x	500	x	—	= — Па
10 Тройник на проходе		$\Delta p_{\text{Тройник на проходе}}$	4	x	0,3	x	500	x	1,44	= 864 Па
11 Тройник на разделение потоков		$\Delta p_{\text{Тройник на разделение потоков}}$	—	x	1,5	x	500	x	—	= — Па
12 Тройник на слияние потоков		$\Delta p_{\text{Тройник на слияние потоков}}$	—	x	1,3	x	500	x	—	= — Па
13 Понижающая муфта		$\Delta p_{\text{Понижающая муфта}}$	—	x	0,4	x	500	x	—	= — Па
14 Задвижка		$\Delta p_{\text{Задвижка}}$	2	x	0,5	x	500	x	1,44	= 720 Па
15 Шаровой кран		$\Delta p_{\text{Шаровой кран}}$	—	x	0,1	x	500	x	—	= — Па

16

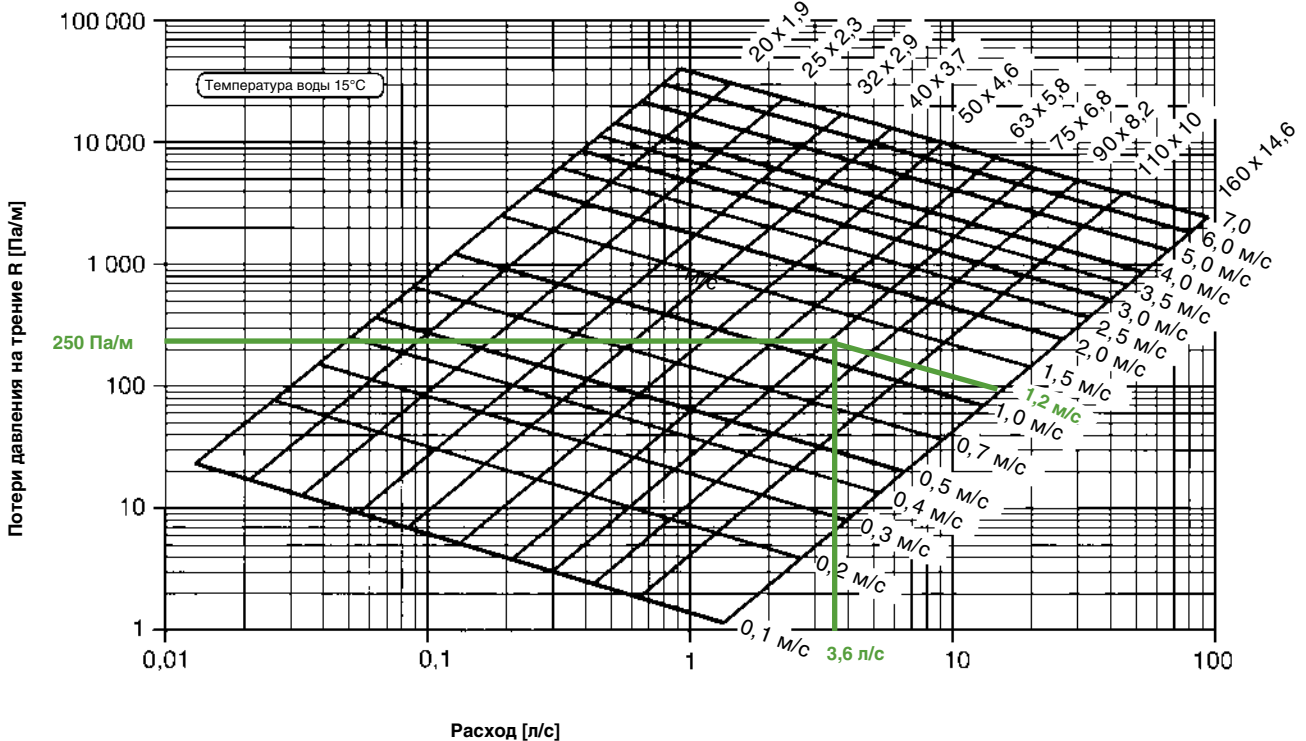
$$\Delta p_{\text{ф. частей}} = \Delta p_{\text{Угольник 90°}} + \Delta p_{\text{...}} + \Delta p_{\text{...}} = 11664 \text{ Па}$$

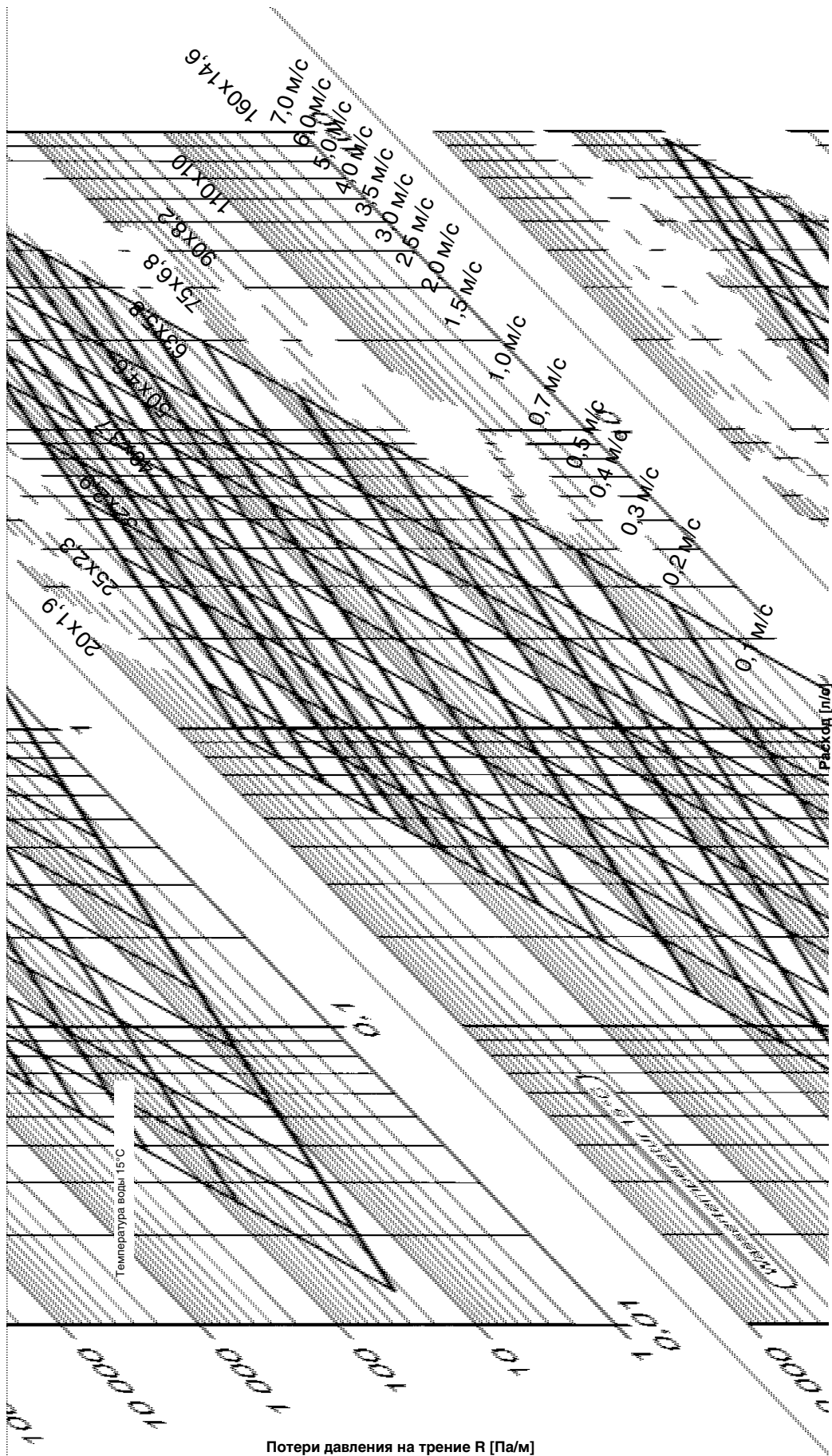
← Σ строк 6 – 14

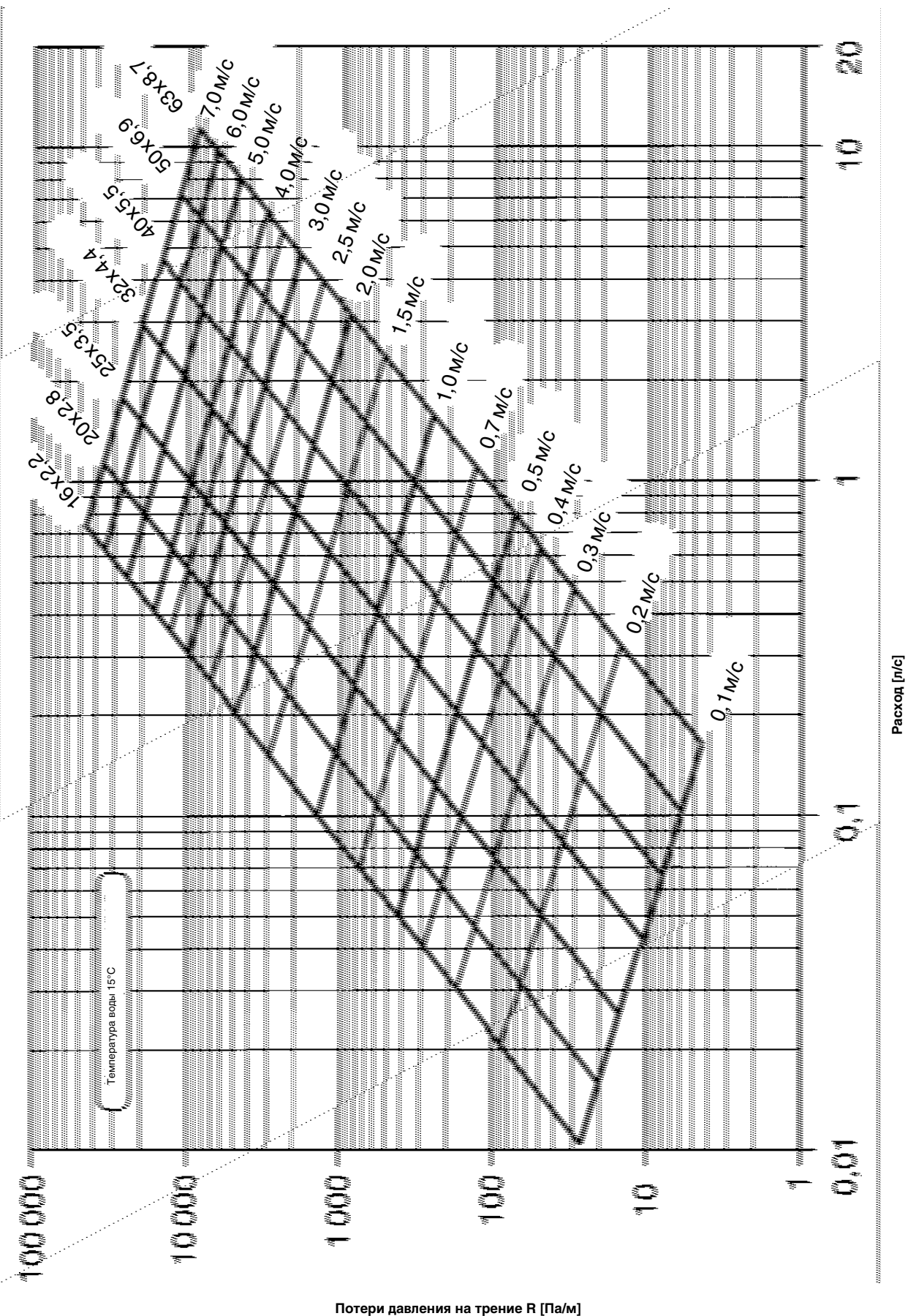
17

$$\Delta p = \Delta p_{\text{трубопров.}} + \Delta p_{\text{ф. частей}} = 26664 \text{ Па}$$

← Σ строк 4 + 15







Расчет потерь давления



1 Диаметр трубопровода	<input type="text"/>	л/с				
2 Расход	$V =$					
3 Потери давления на трение	$R =$	Па/м	← из диаграммы			
4 Длина труб	$l =$	м				$\Delta p_{\text{трубопров.}} = R \times l =$
5 Скорость	$v =$	м/с	← из диаграммы			
6 Квадрат скорости	$v^2 =$	м ² /с ²				

Обозначение	Условное обозначение	$\Delta p_{\text{ф. частей}}$	=	Кол-во	\times	ζ -Wert	\times	$Q/2 \times$	v^2	=
7 Угольник 90°		$\Delta p_{\text{Угольник 90°}}$	=	<input type="text"/>	\times	1,3	\times	500	\times	Pa
8 Угольник 45°		$\Delta p_{\text{Угольник 45°}}$	=	<input type="text"/>	\times	0,5	\times	500	\times	Pa
9 Тройник на ответвлении		$\Delta p_{\text{Тройник на ответвлении}}$	=	<input type="text"/>	\times	1,3	\times	500	\times	Pa
10 Тройник на проходе		$\Delta p_{\text{Тройник на проходе}}$	=	<input type="text"/>	\times	0,3	\times	500	\times	Pa
11 Тройник на разделение потоков		$\Delta p_{\text{Тройник на разделение потоков}}$	=	<input type="text"/>	\times	1,5	\times	500	\times	Pa
12 Тройник на слияние потоков		$\Delta p_{\text{Тройник на слияние потоков}}$	=	<input type="text"/>	\times	1,3	\times	500	\times	Pa
13 Понижающая муфта		$\Delta p_{\text{Понижающая муфта}}$	=	<input type="text"/>	\times	0,4	\times	500	\times	Pa
14 Задвижка		$\Delta p_{\text{Задвижка}}$	=	<input type="text"/>	\times	0,5	\times	500	\times	Pa
15 Шаровой кран		$\Delta p_{\text{Шаровой кран}}$	=	<input type="text"/>	\times	0,1	\times	500	\times	Pa

16 $\Delta p_{\text{ф. частей}} = \Delta p_{\text{Угольник 90°}} + \Delta p_{\dots} + \Delta p_{\dots} =$ Pa $\leftarrow \Sigma$ строки 7 - 15

17 $\Delta p = \Delta p_{\text{трубопров.}} + \Delta p_{\text{ф. частей}} =$ Pa $\leftarrow \Sigma$ строки 4 + 16

1) Предварительное задание
2) По расчету

7. Транспортировка твердых материалов

Трубы RAUPEX особенно подходят для транспортировки твердых материалов (исключение см. пункт 7.1 и 7.2). За счет высокой стойкости материала RAU-PE-Ха к абразивным средам трубы RAUPEX служат значительно дольше, чем сталь и даже ПЭ. Конечно следует предусматривать правильный монтаж мест поворотов труб RAUPEX, чтобы минимизировать износ трубопроводов в этих местах. RENAU рекомендует использовать технику соединения при помощи электросварных муфт.

7.1 Гидравлическая транспортировка твердых материалов

Трубы RAUPEX с успехом используются для гидравлической транспортировки твердых материалов. В случае использования наряду с водой других носителей следует учитывать, что удельное сопротивление жидкости не должно превышать значения $160 \text{ Вт} \times \text{см}$ во избежание образования электростатического заряда.

7.2 Пневматическая транспортировка твердых материалов

Трубы RAUPEX подходят для пневматической транспортировки твердых материалов с некоторыми ограничениями, поскольку они не проводят электричество. Поэтому при транспортировке воздуха /твердых смесей может образовываться электростатический заряд. При транспортировке некоторых материалов, при определенных обстоятельствах может возникнуть опасность взрыва. При транспортировке воздуха /твердых смесей следует избегать образования опасных концентраций при относительной влажности $\geq 65\%$. Для этого случая допустимо применять пневматическую транспортировку твердых материалов.

8. Монтаж и прокладка

Трубы RAUPEX могут быть проложены как в здании под штукатуркой, так и в кабельном канале и на кабеленесущей шине. Также возможна прокладка в грунте в специальных каналах и в защитной трубе.

8.1 Прокладка в грунте

Для прокладки в грунте можно использовать как трубы в штангах, так и в бухтах, причем при значительной длине сети использование бухт более предпочтительно. За счет особенностей материала, из которого изготовлены трубы RAUPEX, они идеально подходят для прокладки в грунте.

8.1.1 Земляные работы

При производстве земляных работ при прокладке трубопроводов следует соблюдать требования DIN 4033. Размер траншеи для труб оказывает влияние на величину транспортной нагрузки и на величину нагрузки на трубопроводы. Ширина траншеи по низу зависит от наружного диаметра трубопровода и далее от того, является ли необходимым присутствие монтажника в траншее при укладке (необходимое рабочее пространство согласно DIN 4124). Дно траншеи должно по глубине и ширине выполняться таким образом, чтобы трубопровод прилегал ко дну по всей длине. В скальном и каменном грунте дно траншеи должно быть как минимум на 0,1 м глубже проектной отметки и засыпаться мягкой фракцией. При ненесущих и сильно увлажненных грунтах, а также при переменных слоях с разной несущей способностью трубопровод следует защищать отсыпками, например из крупного песка. На участках с перепадами высот следует поперечными ригелями предохранять отсыпку от вымывания. В противном случае необходим дренаж.

8.1.2 Проверка трубопроводов перед укладкой

Перед укладкой в траншеи трубы следует осмотреть на наличие возможных повреждений при транспортировке и складировании. Трубопроводы с повреждениями не разрешается закладывать в траншеи. Царапины на трубах из RAU-PE-Ха не должны превышать в глубину 20% толщины стенки трубы.

8.1.3 Особности при размотке бухт

Указания по технике безопасности:

При размотке бухт трубопроводов следует учитывать, что концы трубопроводов могут пружинить. Особенно внимательно следует разматывать трубопроводы большого диаметра, поскольку они достаточно упругие и возможно травмирование.

Размотка бухт трубопроводов может осуществляться несколькими методами. Бухта с трубопроводами диаметром до 63 мм разматывается в вертикальном положении. Для больших диаметров рекомендуется применять специальные разматывающие устройства. Бухту с трубой, например, можно одеть на барабан и разматывать вручную, либо воспользоваться медленно передвигающимся транспортным средством. Следует следить, чтобы при размотке не образовывалось мест переломов и больших перегибов. По заявке бухта может быть перевязана в заводских условиях по моткам, благодаря чему при разрезании стягивающих лент в начале будут освобождаться только внешние витки. Внутренние витки будут оставаться скрепленными. Тем самым предотвращается распадение всей бухты при разрезании стягивающих лент. Снижение гибкости при низких температурах значительно понижает удобство укладки труб. В этом случае рекомендуется перед началом размотки поместить бухты в теплое помещение на несколько часов. Также возможно произвести прогрев трубопроводов теплым воздухом или паром при максимальной температуре 80°C .

8.1.4 Минимальные радиусы изгиба при прокладке в грунте

При прокладке труб RAUPEX в грунте следует в зависимости от температуры соблюдать следующие минимальные радиусы изгиба:

температура укладки	минимальный радиус изгиба
20°C	$10 \times d$
10°C	$15 \times d$
0°C	$25 \times d$

d: наружный \varnothing трубы

Табл. 15: Минимальные радиусы изгиба

8.1.5 Засыпка траншеи при прокладке в грунте

Поскольку температура труб при воздействии прямых солнечных лучей значительно выше температуры, при которой производится засыпка, следует присыпать трубы небольшим слоем грунта перед окончательной засыпкой. В отличие от требований DIN 4033 для засыпки траншеи с трубами из материала RAU-PE-Xa может быть использован уплотнительный грунт со следующими свойствами:

- грунт должен хорошо уплотняться
- максимальный размер частиц не должен превышать 63 мм

Допустимо также использовать для засыпки щебень и молотый шлак. Заполнение грунтом оставшейся траншеи в пределах дорог должно производиться в соответствии с нормативом ZTV A-StB 97 «Дополнительные технические условия и правила на проведение вскрытия грунта при транспортных нагрузках». Механические устройства разрешается применять при соблюдении минимальной высоты засыпки.

8.2 Прокладка в защитной трубе

Трубы RAUPEX также можно прокладывать в гофротрубе. В зависимости от конструктивных особенностей здания возможно использование труб в бухтах или штангах. Ограничением является только внутренний диаметр трубы и наружный диаметр фасонной части. По запросу возможен заказ бухт фиксированной длины.

Для борьбы с температурными удлинениями трубы RAUPEX в местах выходов следует крепить.

8.3 Прокладка в кабельном канале

За счет своей гибкости трубы RAUPEX подходят для прокладки в кабельном канале. Тройники, входы и выходы, а также арматуру следует крепить при помощи крепежных зажимов. Крепежный зажим RENAУ следует устанавливать с двух сторон от фасонной части.

8.4 Прокладка с применением кабеленесущей шины КНШ

Для экономии хомутов и траверс при креплении трубопроводов RAUPEX целесообразно вести их прокладку с использованием кабеленесущей шины КНШ. За счет небольшого веса и высокой гибкости трубы RAUPEX могут крепиться к кабеленесущей шине следующими способами.

8.4.1 Прокладка в КНШ

Трубы прокладываются в КНШ. Тройники, входы и выходы, а также арматуру следует крепить при помощи крепежных зажимов RENAУ с двух сторон для их надежной фиксации. При необходимости следует предусматривать промежуточную фиксацию.

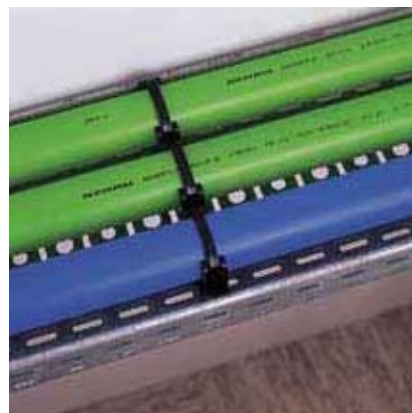


Рис. 68: Трубопроводы RAUPEX, проложенные в кабеленесущей шине

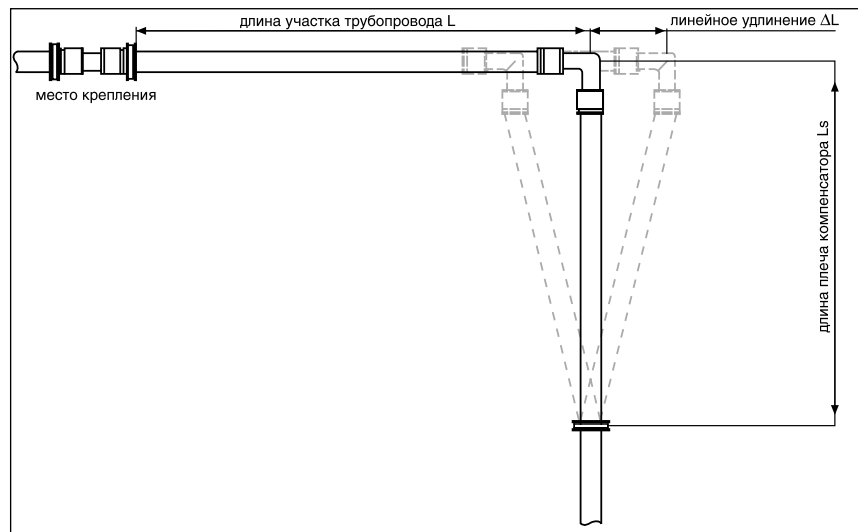


Рис. 69: Расчет длины плеча компенсатора

8.4.2 Прокладка под или рядом с КНШ

При прокладке труб под или рядом с КНШ следует применять кронштейны для крепления трубы. При этом следует соблюдать расстояния между опорами согласно таблице 17. Во избежание возможных повреждений трубопроводов и КНШ следует использовать кронштейны и хомуты RENAУ.



Рис. 70: Прокладка труб RAUPEX под или рядом с КНШ

8.5 Открытая прокладка в фиксирующем желобе

При открытой прокладке можно использовать фиксирующий желоб RENAУ из оцинкованной стали, в который вставляется труба RAUPEX. Тем самым труба RAUPEX ведет себя как жесткий трубопровод и можно вести открытую прокладку. Фиксирующий желоб служит компенсатором температурных удлинений для трубопроводов диаметром 16-63 мм. Максимальное расстояние между хомутами при фиксирующих желобах длиной 5 м составляет 2,5 м. Применение фиксирующих желобов на диаметрах 75, 90, 110 и 160 мм не дает снижения коэффициента температурного удлинения. При применении фиксирующих желобов на этих диаметрах, в отличие от диаметров 16-63 мм требует их фиксации через каждые 50 см скотчем к трубе.



Рис. 71: Фиксирующий желоб

8.5.1 Монтаж плеча компенсатора при использовании фиксирующего желоба

Борьба с температурными удлинениями осуществляется при помощи устройства компенсаторов. При этом следует соблюдать минимальные длины плеча компенсатора.

8.5.1.1 Расчет длины плеча компенсатора

Для определения длины плеча компенсатора в начале следует определить величину температурного удлинения по формуле:

$$\Delta l = \alpha \times L \times \Delta T$$

- Δl : величина удлинения [мм]
- α : коэффициент температурного удлинения [мм/мК]
- L: длина участка трубопровода [м]
- ΔT : перепад температур [К]

Диаметр [мм]	Коэффициент температурного удлинения [мм/мК]
16-40	0,04
50-63	0,1
75-160	0,15

Табл. 16: Коэффициенты температурного удлинения при использовании фиксирующего желоба

Зная величину температурного удлинения, можно определить длину плеча компенсатора:

$$L_s = C \times \sqrt{D_a \times \Delta l}$$

- L_s : длина плеча компенсатора [мм]
- D_a : наружный диаметр трубы
- Δl : величина температурного удлинения [мм]
- C: постоянная величина (для труб RAUPEX: C = 12)

8.5.1.2 Пример расчета

- Труба: RAUPEX-A 40 x 3,7 (проложена в фиксирующем желобе)
- Длина труб: 50 м
- ΔT : 20 К

$$\Delta l = 0,04 \text{ мм/мК} \times 50 \text{ м} \times 20 \text{ К} = 40 \text{ мм}$$

$$L_s = 12 \times \sqrt{40 \text{ мм} \times 40 \text{ мм}} = 480 \text{ мм} = 0,5 \text{ м}$$

Длина плеча компенсатора на данном участке составляет 0,5 м.

8.5.1.3 Определение длины плеча компенсатора по номограмме

Вышеописанные расчеты можно провести при помощи специальных номограмм: Для труб RAUPEX диаметром 16-63 могут быть использованы номограммы на стр. 73 и 74.

Для труб RAUPEX диаметром 75-160 мм приведена номограмма на стр. 75: Определение длины плеча компенсатора для труб RAUPEX диаметром 16-160 без фиксирующего желоба. При больших диаметрах не происходит снижения температурных удлинений при использовании фиксирующего желоба.

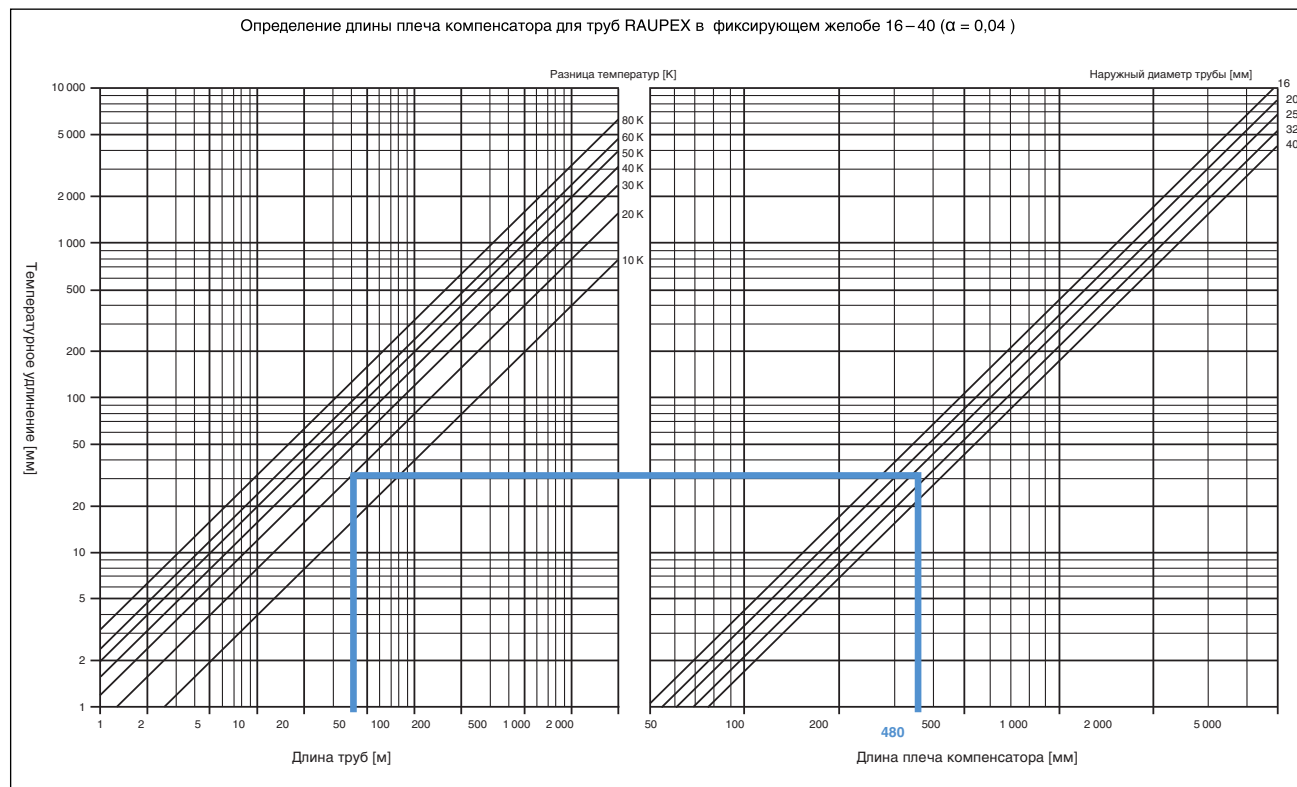


Рис. 72: Определение длины плеча компенсатора

Определение длины плеча компенсатора для труб RAUPEX в фиксирующем желобе 16–40 ($\alpha = 0,04$)

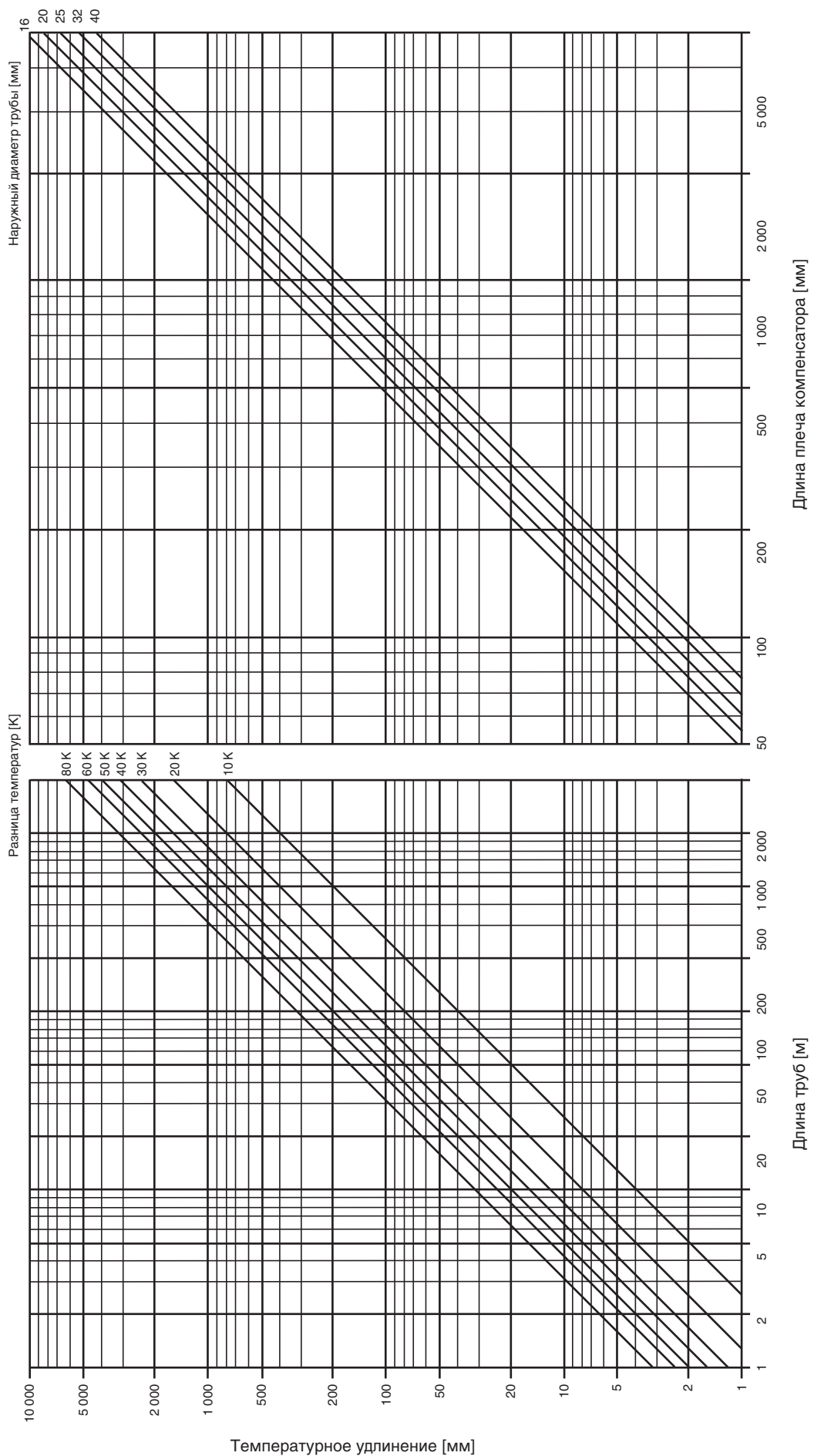
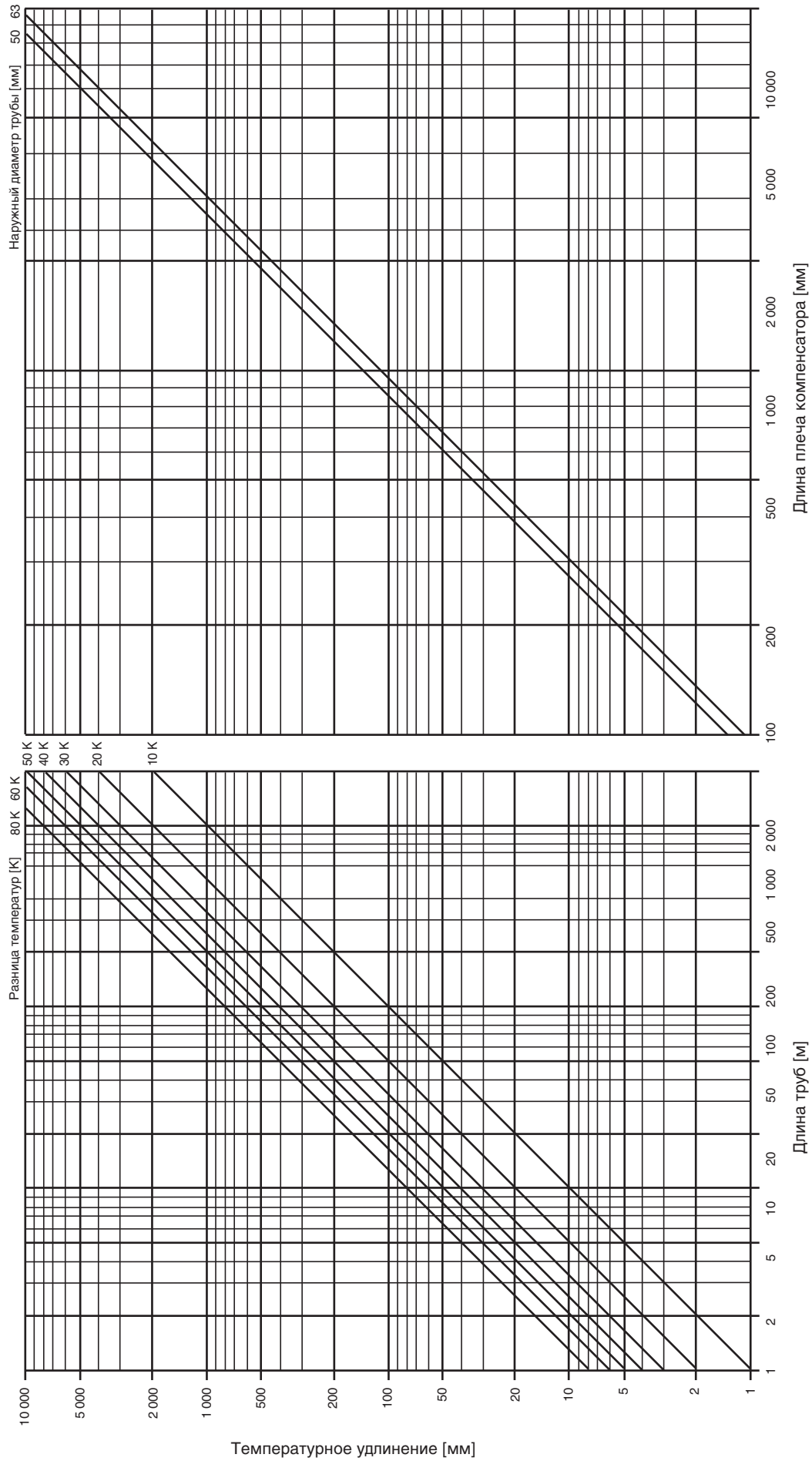


Рис. 74: Определение длины плеча компенсатора для труб RAUPEX в фиксирующем желобе 50–63

Определение длины плеча компенсатора для труб RAUPEX в фиксирующем желобе 50–63 ($\alpha = 0,1 \text{ мм/мК}$)



8.6 Открытая прокладка без фиксирующего желоба

Наиболее распространенный метод прокладки – это открытая прокладка в здании. Наряду с прокладкой в фиксирующем желобе возможна также прокладка и без него. При этом следует, в зависимости от температуры, соблюдать расстояние между хомутами. Предпочтительно использовать при таком методе прокладки крепежные кронштейны RENAU, позволяющие вести быстрый и простой монтаж. Важно проложить трубопроводы таким образом, чтобы не препятствовать их температурному удлинению. При этом следует учитывать длины плеча компенсаторов. В таблице 17 приведены рекомендуемые расстояния между хомутами: при вертикальной установке трубопроводов расстояние между хомутами может быть увеличено на 30%, для трубопроводов со сжатым воздухом расстояние между хомутами может быть увеличено на 30%.

8.6.1 Прокладка с устройством компенсаторов

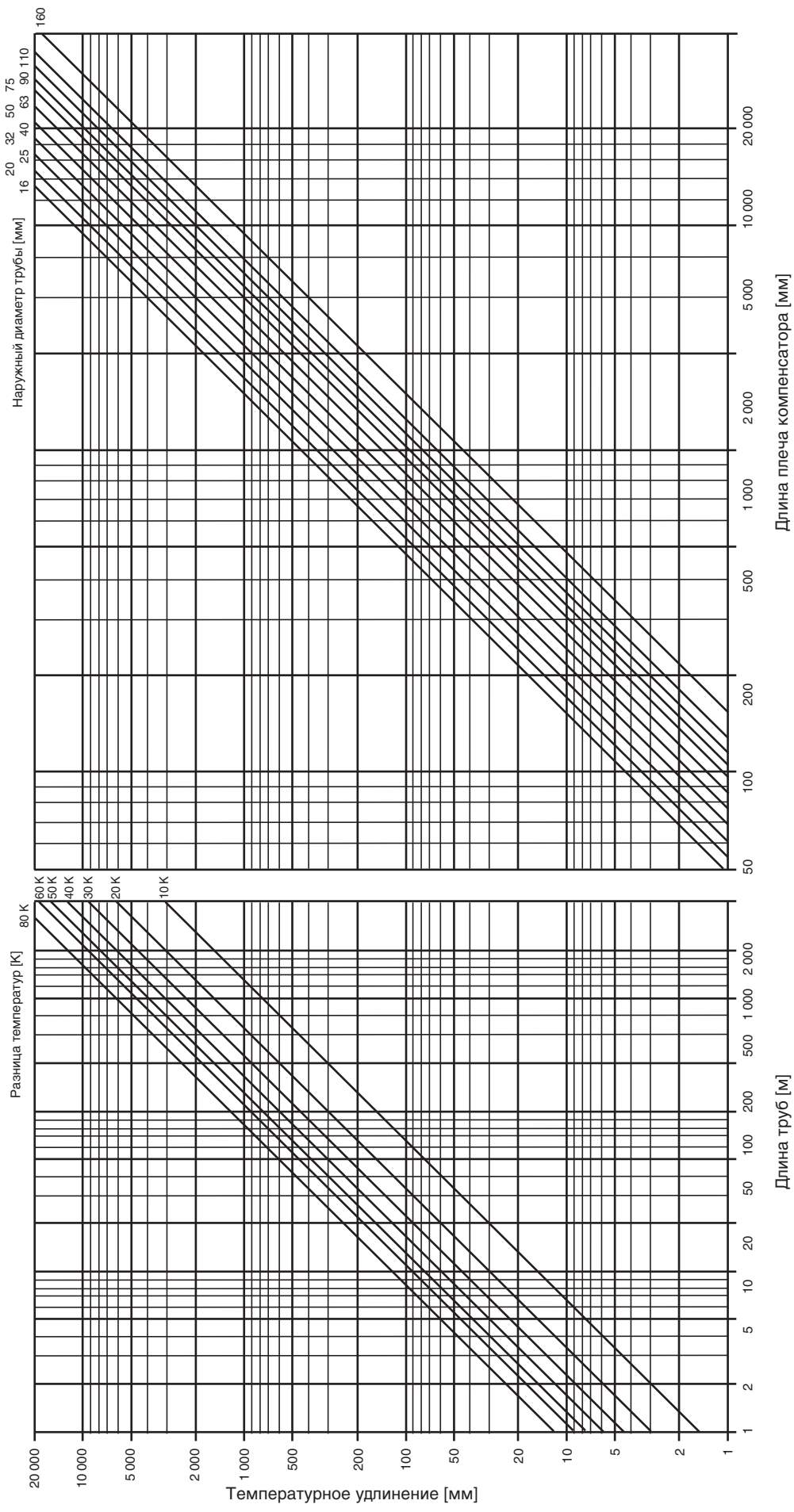
Для определения необходимого количества компенсаторов следует провести расчет аналогично пункту 8.5.1.1, при этом следует брать коэффициент температурного удлинения $\alpha = 1,5$ мм/мК. Дополнительно можно воспользоваться номограммами.

Расстояние	Расстояние между хомутами			
	при 20°C	при 40°C	при 60°C	при 80°C
16	0,55	0,45	0,40	0,35
20	0,60	0,55	0,45	0,40
25	0,65	0,60	0,50	0,45
32	0,75	0,65	0,60	0,50
40	0,85	0,75	0,65	0,55
50	0,95	0,85	0,75	0,65
63	1,05	0,95	0,85	0,70
75	1,15	1,05	0,90	0,75
90	1,25	1,10	1,05	0,85
110	1,40	1,25	1,10	0,95
160	1,70	1,40	1,30	1,10

Плотность среды 1 кг/дм³; максимальный прогиб 4 мм

Табл. 17: Расстояние между хомутами для труб RAUPEX без фиксирующего желоба

Определение длины плеча компенсатора для труб RAUPEX диаметром 16 – 160 мм ($\alpha = 0,15$)



8.6.2 Прокладка с предварительным напряжением

Трубы RAUPEX могут быть проложены также без устройства компенсаторов и фиксирующего желоба. Сюда относится монтаж с предварительным напряжением трубы, при котором труба прогревается и в нагретом состоянии фиксируется. Силы, возникающие при остывании трубы воспринимают на себя точки опоры. Значения этих сил приведены в таблице 18 и 19.

ΔT	10 K	20 K	30 K	40 K	50 K	60 K	70 K	80 K	90 K	100 K
Величина [мм]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]
20 × 1,9	117	233	350	467	583	700	817	933	1050	1167
25 × 2,3	177	354	531	709	886	1063	1240	1417	1594	1771
32 × 2,9	286	573	859	1145	1432	1718	2004	2291	2577	2863
40 × 3,7	456	911	1367	1823	2279	2734	3190	3646	4101	4557
50 × 4,6	709	1417	2126	2834	3543	4251	4960	5669	6377	7086
63 × 5,8	1126	2251	3377	4503	5628	6754	7879	9005	10131	11256
75 × 6,8	1574	3147	4721	6294	7868	9441	11015	12588	14162	15735
90 × 8,2	2276	4552	6828	9103	11379	13655	15931	18207	20483	22758
110 × 10	3393	6786	10179	13572	16965	20358	23750	27143	30536	33929
160 × 14,6	7203	14405	21608	28811	36013	43216	50418	57621	64824	72026

Коэффициент безопасности 1,2

Табл. 18: Силы, возникающие в трубе RAUPEX SDR 11

ΔT	10 K	20 K	30 K	40 K	50 K	60 K	70 K	80 K	90 K	100 K
Величина [мм]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]
16 × 2,2	103	206	309	412	515	618	721	824	927	1030
20 × 2,8	163	327	490	654	817	980	1144	1307	1471	1634
25 × 3,5	255	511	766	1021	1277	1532	1787	2043	2298	2553
32 × 4,4	412	824	1236	1648	2060	2472	2884	3296	3708	4120
40 × 5,5	644	1288	1931	2575	3219	3863	4507	5150	5794	6438
50 × 6,9	1009	2018	3027	4036	5045	6054	7063	8072	9081	10090
63 × 8,7	1603	3206	4809	6411	8014	9617	11220	12823	14426	16028

Коэффициент безопасности 1,2

Табл. 19: Силы, возникающие в трубе RAUPEX SDR 7,4

9. Кронштейны для крепления трубы REHAU

Кронштейны для крепления трубы REHAU используются для крепления труб RAUPEX при прокладке без фиксирующего желоба.

Диаметр	Вес трубы	Объем	Вес трубы в заполненном водой состоянии
[мм]	[кг/м]	[л/м]	[кг/м]
20 × 1,9	0,111	0,196	0,307
25 × 2,3	0,169	0,311	0,480
32 × 2,9	0,268	0,519	0,787
40 × 3,7	0,425	0,804	1,229
50 × 4,6	0,659	1,263	1,921
63 × 5,8	1,040	2,011	3,051
75 × 6,8	1,451	2,875	4,325
90 × 8,2	2,099	4,128	6,228
110 × 10	3,112	6,193	9,305
160 × 14,6	6,595	13,090	19,685

Табл. 20: Вес труб RAUPEX SDR 11

Диаметр	Вес трубы	Объем	Вес трубы в заполненном водой состоянии
[мм]	[кг/м]	[л/м]	[кг/м]
16 × 2,2	0,098	0,097	0,195
20 × 2,8	0,153	0,152	0,304
25 × 3,5	0,238	0,238	0,476
32 × 4,4	0,382	0,398	0,780
40 × 5,5	0,594	0,625	1,219
50 × 6,9	1,926	0,979	1,904
63 × 8,7	1,468	1,555	3,024

Табл. 21: Вес труб RAUPEX SDR 7,4

9.1 Кронштейны REHAU с хомутом и без него

Кронштейны REHAU до диаметра трубы 32 поставляются без хомутов, труба при этом просто защелкивается в кронштейн и, при необходимости, может быть вынута из него. (Рис. 76, 77).

При помощи специальной проставки для выдерживания межтрубного расстояния можно регулировать межтрубное расстояние. (Рис. 78, 79).

Используя комбинацию кронштейнов и проставок для выдерживания межтрубного расстояния, можно прокладывать параллельно сразу несколько трубопроводов. (Рис. 80).



Рис. 76



Рис. 77



Рис. 78



Рис. 79



Рис. 80

Начиная с диаметра 40 мм кронштейны REHAU оснащаются хомутом (рис. 81, 82). Если кронштейны REHAU подвешиваются к шинам, то следует следить за тем, чтобы силы фиксации не были превышены (табл. 22).



Рис. 81 Кронштейны REHAU для крепления труб к стене



Рис. 82 Кронштейны REHAU для крепления труб к стене

Номер артикула	Обозначение	Сила фиксации макс. [Н]
247356	REHAU-кронштейн 16	18,50
243633	REHAU-кронштейн 20	19,25
243643	REHAU-кронштейн 25	20,00
243653	REHAU-кронштейн 32	21,50
243663	REHAU-кронштейн 40	359,50
243673	REHAU-кронштейн 50	338,50
243683	REHAU-кронштейн 63	377,25
243693	REHAU-кронштейн 75	507,50
243703	REHAU-кронштейн 90	458,00
243713	REHAU-кронштейн 110	423,00
243723	REHAU-кронштейн 160	752,00

Сила фиксации 90° к оси трубы

Табл.22: Максимальная сила фиксации кронштейнов REHAU

9.2 Кронштейны REHAU для крепления труб к стене

Для крепления трубы на стене можно использовать кронштейны для крепления труб к стене REHAU.



Рис. 83: Кронштейны REHAU для крепления труб к стене

10. Противопожарная защита

10.1 Воздействие пожара

При пожаре трубы RAUPEX имеют следующие характеристики согласно табл. 23, 24.

10.2 Противопожарные манжеты

Для предотвращения распространения огня и дыма в соседние с данным помещением следует применять противопожарные манжеты.

Диаметр	Вес	Пожарная нагрузка [кВтч/м]	Пожарная нагрузка [МДж/м]
20 × 1,9	0,111	1,35	4,88
25 × 2,3	0,167	2,04	7,33
32 × 2,9	0,269	3,28	11,81
40 × 3,7	0,425	5,19	18,67
50 × 4,6	0,658	8,03	28,90
63 × 5,8	1,04	12,69	45,68
75 × 6,8	1,45	17,69	63,68
90 × 8,2	2,10	25,62	92,23
110 × 10	3,11	37,94	136,59
160 × 14,6	6,59	80,40	289,43

Табл. 23: Пожарные нагрузки труб RAUPEX SDR 11

Диаметр	Вес	Пожарная нагрузка [кВтч/м]	Пожарная нагрузка [МДж/м]
16 × 2,2	0,098	1,20	14,59
20 × 2,8	0,153	1,87	22,77
25 × 3,5	0,238	2,90	35,42
32 × 4,4	0,382	4,66	56,86
40 × 5,5	0,594	7,25	88,41
50 × 6,9	0,926	11,30	137,83
63 × 8,6	1,45	17,69	215,82

Табл. 24: Пожарные нагрузки труб RAUPEX SDR 7,4

11. Маркировка трубопроводов

11.1 Цветовая маркировка

В целях безопасности, ремонта и эффективной защиты в случае пожара необходимо проводить цветовую маркировку трубопроводов в зависимости от класса опасности транспортируемой среды. Это особенно актуально в промышленных зданиях, где есть потребность в транспортировке различных сред в непосредственной близости трубопроводов друг к другу.

Маркировку можно производить при помощи цветных наклеек либо при помощи цветовой окраски самих трубопроводов. В случае применения для маркировки наклеек, следует использовать их на всех основных фрагментах сети: в начале, в конце, на отводах, при прокладке на стене и под потолком, а также на запорно-регулирующей арматуре. Значительно проще применять цветовую маркировку самих трубопроводов всей сети, которые приведены в DIN 2403 в зависимости от группы транспортируемого материала. Эти обозначения относятся только к трубопроводам, не укладываемым в грунт.

Транспортируемый материал	Группа	Цвет	Образец цвета
Вода	1	зеленый	RAL 6018
Водяной пар	2	красный	RAL 3000
Воздух	3	серый	RAL 7001
Горючие газы	4	голубой или голубой с красным	RAL 1021 RAL 1021 + RAL 3000
Негорючие газы	5	черный или желтый с черным	RAL 9005 RAL1021 + RAL 9005
Кислоты	6	оранжевый	RAL 2003
Щелочи	7	фиолетовый	RAL 4001
Горючие жидкости	8	коричневый или коричневый с красным	RAL 8001 RAL8001 + RAL 3000
Негорючие жидкости	9	черный или коричневый с черным	RAL 9005 RAL8001 + RAL 9005
Кислород	0	голубой	RAL 5015

Табл. 25: Цвета трубопроводов для прокладки в здании согласно DIN 2403

11.2 Наклейки REHAU с маркировкой

При помощи специальной наклейки REHAU (рис. 84) можно производить маркировку трубопроводов согласно транспортируемому материалу и направлению его движения. Наклейки являются самоклеющимися и имеют стрелку с направлением в обоих направлениях. За счет перфорации есть возможность легко отделять концы стрелок от средней части стрелки.



Рис. 84: Наклейка REHAU

12. Примеры из практики



Рис. 85: Автомобильная промышленность



Рис. 86: Железнодорожная промышленность



Рис. 87: Цех по изготовлению сборных домов

Авторские права на документ защищены. Права, особенно на перевод, перепечатку, снятие копий, радиопередачи, воспроизведение на фотомеханических или других подобных средствах, а также сохранения на носителях данных, защищены.

Наши рекомендации в тексте и иллюстрациях по технике применения основываются на нашем опыте и знании, однако, являются ограниченными по своей гарантии. Если производственные условия находятся за пределами нашего влияния, а условия применения существенно отличаются от рекомендуемых, то это исключает возможность предъявления претензий, исходя из наших данных.

Мы рекомендуем проверить, подходит ли какой-либо определенный продукт REHAU для предполагаемой цели его применения. Использование продукции REHAU происходит за пределами возможностей нашего контроля и относится поэтому исключительно к сфере Вашей ответственности. Если же, однако, наступает случай выполнения гарантий, то она ограничивается по всему объему ущерба стоимостью поставленного нами и используемого Вами товара. Наша гарантия ограничивается неизменным качеством нашей продукции в соответствии с нашей сертификацией и нашими общими условиями поставки и оплаты.

Наш адрес в Интернете: www.REHAU.ru

■ **RUS:** ■ **Москва:** Новочеремушкинская ул. 61, 117418 Москва, тел.: 095 / 9375250, факс: 095 / 9375253 ■ **Санкт-Петербург:** 4 Линия В.О., д. 13, ABACUS-HAUS, 119053 Санкт-Петербург, тел. 812 / 7187501, факс: 812 / 7187502 ■ **Нижний Новгород:** ул. Костина, 4, оф. 206, 603000 Нижний Новгород, тел.: 8312 / 786927, факс: 8312 / 786927
■ **Самара:** ул. Осипенко 11, 443002 Самара, тел.: 846 / 2702590, факс: 846 / 2702592 ■ **Екатеринбург:** ул. Антона Валека 15, оф. 510, 620014 Екатеринбург, тел.: 343 / 3777344; 343 / 3777346, факс: 343 / 3777348 ■ **Ростов-на-Дону:** ул. Малиновского 52 Е/229, 344000 Ростов-на-Дону, тел.: 8632 / 978444, факс: 8632 / 998988
■ **Новосибирск:** ул. Советская, 64, оф. 514, 630091 Новосибирск, тел./факс: 383/3340316, 3340319 ■ **Краснодар:** ул. Леваневского, 106, 350002 Краснодар, тел. 861 / 2103636, факс: 861 / 2740633 ■ **Хабаровск:** ул. Лермонтова, 52, 680013 Хабаровск, тел.: 4212 / 421218, факс: 4112 / 411238 ■ **ВУ:** ■ **Минск:** пер. Козлова 7г, 220037 Минск, тел.: 0375 / 172 350228; факс: 0375/ 172 350173 ■ **UA:** ■ **пгт. Чабаны:** ул. Машиностроителей, 1, 08162 пгт. Чабаны, Киевская область, Киевско-Святошинский район, тел.: 044 / 4677710; факс: 044 / 4677737 ■ **Днепропетровск:** пр-т Героев 10, 49100 Днепропетровск, тел: 0562 / 679013; факс: 0562 / 375175
■ **Одесса:** ул. Б. Арнаутская 72/74, оф.87, 65045 Одесса, тел/факс: 0482 / 210594; 0482 / 210167 ■ **Донецк:** ул. Лабутенко 16а, оф.105, 83021 Донецк, тел/факс: 3450950 ■ **Симферополь:** пр. Кирова / ул.Ленина 21, 95001 Симферополь, тел/факс: 0652 / 512485 ■ **Львов:** ул. Каховская 27, 79040 Львов, тел/факс: 0322 / 401112 ■ **KAS:** ■ **Алматы:** Тургут Озала 235-3, 050046 Алматы, тел.: 3272/700826, факс 3272/700826 ■ **EST:** OÜ REHAU Polymer
■ **Tallinn:** Pärnu mnt. 139, 11317 Tallinn, Tel.: 6 / 283932, Fax: 6 / 542779 ■ **LT:** UAB REHAU ■ **Vilnius:** Laisves pr. 121, 2022 Vilnius, Tel.: 2 / 703802, 2/ 702896, Fax: 2 / 301351 ■ **LV SIA REHAU** ■ **Riga:** Daugavgrivas iela 83/89, 1007 Riga / LETTLAND, Tel.: 7 / 622621, Fax.: 7 / 623385
■ If there is no REHAU sales office in your country, please contact: REHAU AG + Co, Export Sales Office, P.O. Box 3029, D-91018 Erlangen, Tel.: 0 91 31 / 92-50

