



ТРУБЫ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА (PEX)
CROSSLINKED POLYETHYLENE PIPES (PEX)





UNIDELTA

PIPES AND FITTINGS FOR WATER AND GAS

DOMESTIC WATER DISTRIBUTION

RADIANT FLOOR HEATING

RADIANT WALLS AND CEILING HEATING

SNOW MELTING SYSTEMS

VERTICAL AND HORIZONTAL GEOTHERMAL
SYSTEMS



Copyright © 2010 Unidelta Spa
Via Capparola Sotto, 4 - 25078 Vestone (BS) - Italy
Tel. 0039 0365/878011 - Fax Italia 0039 0365 878080 - Fax Estero 0039 0365 878090
www.unidelta.com - unidelta@unidelta.com

Все права защищены.

Любая часть настоящего документа, не может быть копирована электронным, механическим и любым другим способом без письменного разрешения автора.

All rights reserved.

No part of this document can be reproduced electronically, mechanically or by any other means without the written consent of the author.



УКАЗАТЕЛЬ

Качество компании Unidelta помогает жизни	стр. 5
Определения и условные обозначения	стр. 6
1. Введение: труба PEX Unidelta из сшитого полиэтилена	стр. 7
2. Области применения	стр. 8
3. Контроль качества	стр.15
4. Сертификация качества	стр.16
5. Сшитый полиэтилен	стр.17
5.1 Введение	стр.18
5.2 Методы сшивания	стр.19
5.2.1 Детальное описание силанового метода	стр.20
5.3 Характеристики и преимущества	стр.22
6. Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена с барьером EVOH	стр.27
6.1 Барьер EVOH	стр.28
6.1.1 Молекулярная структура	стр.28
6.1.2 Физико-механические характеристики	стр.29
6.1.3 Газонепроницаемость	стр.30
6.2 Ассортимент	стр.33
6.2.1 TriTerm	стр.33
6.2.2 MultiTerm	стр.34
7. Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с EN ISO 15875	стр.35
7.1 Введение	стр.36
7.2 Условия применения	стр.36
7.3 Проверки качества	стр.39
7.4 Характеристики размеров	стр.40
7.5 Маркировка	стр.43
7.6 Потери нагрузки	стр.46



CONTENTS

<i>Unidelta quality at the service of life</i>	<i>p. 5</i>
<i>Definitions and symbols</i>	<i>p. 5</i>
1. Introduction: the Unidelta PEX pipe	p. 7
2. Application fields	p. 8
3. Quality controls	p. 15
4. Quality certifications	p. 16
5. The crosslinked polyethylene	p. 17
5.1 Introduction.....	p. 18
5.2 Crosslinking technologies	p. 19
5.2.1 The silane method in detail	p. 20
5.3 Characteristics and advantages	p. 22
6. Unidelta PEX pipes with EVOH barrier	p. 27
6.1 The EVOH barrier	p. 28
6.1.1 Molecular structure	p. 28
6.1.2 Physial and mechanical properties	p. 29
6.1.3 Impermeability to gas	p. 30
6.2 The range	p. 33
6.2.1 TriTerm	p. 33
6.2.2 MultiTerm	p. 34
7. Unidelta PEX pipes according to EN ISO 15875	p. 35
7.1 Introduction	p. 36
7.2 Conditions of use	p. 36
7.3 Quality controls	p. 39
7.4 Dimensional features	p. 40
7.5 Marking	p. 43
7.6 Head Losses	p. 46



8.	Трубы Unidelta из сшитого полиэтилена в соответствии с UNE EN ISO 15875 стр.49
8.1	Введение стр.50
8.2	Условия применения стр.50
8.3	Проверки качества стр.53
8.4	Характеристики размеров стр.54
8.5	Маркировка стр.56
8.6	Потери нагрузки стр.59
9.	Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с DIN 16892 / DIN 16893 стр.63
9.1	Введение стр.64
9.2	Условия применения стр.64
9.3	Проверки качества стр.66
9.4	Характеристики размеров стр.67
9.5	Маркировка стр.69
9.6	Потери нагрузки стр.71
10.	Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с BS 7291-3 стр.75
10.1	Введение стр.76
10.2	Условия применения стр.76
10.3	Проверки качества стр.77
10.4	Характеристики размеров стр.78
10.5	Маркировка стр.79
10.6	Потери нагрузки стр.80
11.	Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с ASTM F876 / F877 стр.83
11.1	Введение стр.84
11.2	Условия применения стр.84
11.3	Проверки качества стр.85
11.4	Характеристики размеров стр.86
11.5	Маркировка стр.87
11.6	Потери нагрузки стр.88



8.	Unidelta PEX pipes according to UNE EN ISO 15875 p. 49
8.1	Introduction p. 50
8.2	Conditions of use p. 50
8.3	Quality controls p. 53
8.4	Dimensional features p. 54
8.5	Marking p. 56
8.6	Head Losses p. 59
9.	Unidelta PEX pipes according to DIN 16892 / DIN 16893 p. 63
9.1	Introduction p. 64
9.2	Conditions of use p. 64
9.3	Quality controls p. 66
9.4	Dimensional features p. 67
9.5	Marking p. 69
9.6	Head Losses p. 71
10.	Unidelta PEX pipes according to BS 7291-3 p. 75
10.1	Introduction p. 76
10.2	Conditions of use p. 76
10.3	Quality controls p. 77
10.4	Dimensional features p. 78
10.5	Marking p. 79
10.6	Head Losses p. 80
11.	Unidelta PEX pipes according to ASTM F876 / F877 p. 83
11.1	Introduction p. 84
11.2	Conditions of use p. 84
11.3	Quality controls p. 85
11.4	Dimensional features p. 86
11.5	Marking p. 87
11.6	Head Losses p. 88



УКАЗАТЕЛЬ

12.	Съёмная труба Unidelta PEX из сшитого полиэтилена	стр.91
12.1	Введение	стр.92
12.2	Ассортимент	стр.93
13.	Определение размеров гидравлики: потери напора при подаче воды	стр.95
13.1	Потери напора	стр.96
13.2	Примеры	стр.98
14.	Установка: компенсация тепловых изменений длины	стр.103
14.1	Введение	стр.104
14.2	Компенсация гибким кронштейном	стр.107
14.3	Омега компенсация	стр.109
14.4	Расстояние между опорами ...	стр.110
14.5	Примеры	стр.112
15.	Отдача труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в установках с напольным отоплением	стр.115
15.1	Введение	стр.116
15.2	Потребность в удельной теплоёмкости	стр.116
15.3	Структура пола	стр.122
15.4	Средняя температура пола	стр.124
15.5	Расход воды в змеевике	стр.127
15.6	Тепловой поток в нижнем направлении	стр.132
15.7	Длина змеевика	стр.132
15.8	Примеры	стр.133
16.	Химическая стойкость	стр.139



CONTENTS

12.	<i>The Unidelta PEX pipe in pipe</i>	<i>p. 91</i>
12.1	<i>Introduction</i>	<i>p. 92</i>
12.2	<i>The range</i>	<i>p. 93</i>
13.	<i>Hydraulic design: head losses due to water conveyance</i>	<i>p. 95</i>
13.1	<i>Head losses due to water conveyance</i>	<i>p. 96</i>
13.2	<i>Examples</i>	<i>p. 98</i>
14.	<i>Installation: compensation for thermal length variations</i>	<i>p. 103</i>
14.1	<i>Introduction</i>	<i>p. 104</i>
14.2	<i>Flexible arm compensation</i>	<i>p. 107</i>
14.3	<i>Compensation omega</i>	<i>p. 109</i>
14.4	<i>Distance between the supports</i>	<i>p. 111</i>
14.5	<i>Examples</i>	<i>p. 113</i>
15.	<i>Efficiency of Unidelta PEX pipes in the underfloor heating systems</i>	<i>p. 115</i>
15.1	<i>Introduction</i>	<i>p. 116</i>
15.2	<i>Specific heat requirement</i>	<i>p. 116</i>
15.3	<i>The floor's structure</i>	<i>p. 122</i>
15.4	<i>Average floor temperature</i>	<i>p. 124</i>
15.5	<i>Water flow in the circuit</i>	<i>p. 127</i>
15.6	<i>Downwards thermal flow</i>	<i>p. 132</i>
15.7	<i>Length of the circuit</i>	<i>p. 132</i>
15.8	<i>Examples</i>	<i>p. 133</i>
16.	<i>Chemical Resistance</i>	<i>p. 139</i>

**УКАЗАТЕЛЬ**

	ПРИЛОЖЕНИЯ	стр.149
A.	ПРИЛОЖЕНИЕ А. Номинальный диаметр	стр.150
B.	ПРИЛОЖЕНИЕ В. Перевод единиц измерения	стр.151
C.	ПРИЛОЖЕНИЕ С. Литература Unidelta.....	стр.156

**CONTENTS**

	<i>APPENDIX</i>	<i>p. 149</i>
A.	<i>APPENDIX A. Nominal Diameter</i>	<i>p. 150</i>
B.	<i>APPENDIX B, Conversion equivalents</i>	<i>p. 151</i>
C.	<i>APPENDIX C. The Unidelta literature</i>	<i>p. 156</i>

Качество компании UNIDELTA помогает ЖИЗНИ

С 1973 года компания UNIDELTA разрабатывает, испытывает и создаёт новые системные решения для качественной гидравлики: собственные технологические решения, выполненные из современных пластмассовых материалов, которые гарантируют развитие с учётом окружающей среды.

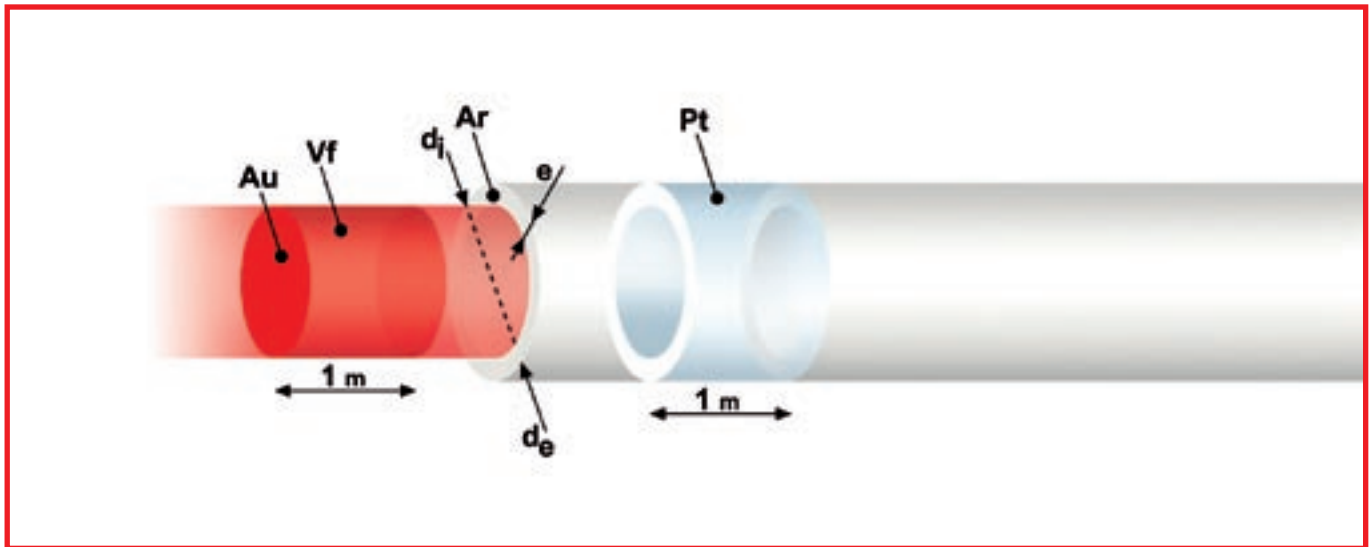
Поэтому ТРУБЫ и СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ МУФТЫ UNIDELTA всегда считались передовой продукцией, которая упрощает и улучшает жизнь.

UNIDELTA quality at the service of LIFE

Since 1973 UNIDELTA has searched, tested and developed innovative systemic solutions for quality plumbing – technological items made of high-tech plastic materials enabling the business to grow while safeguarding the environment.

This is why UNIDELTA PIPES and FITTINGS have always been considered true groundbreakers in simplifying and improving the standard of living.





	Формула Formule	Определение Definition
d_e	-	Внешний диаметр трубы [мм] Outer diameter of the pipe [mm]
e	-	Толщина трубы [мм] Thickness of the pipe [mm]
d_i	$d_i = d_e - (2 \cdot e)$	Внутренний диаметр трубы [мм] Inner diameter of the pipe [mm]
ρ	-	Удельный вес полиэтилена [кг/м ³] Polyethylene specific weight [kg/m ³]
Ar	$Ar = \frac{\pi \cdot e \cdot (d_e - e)}{100}$	Участок сечения трубы [см ²] Cross-sectional area of the pipe [cm ²]
Au	$Au = \frac{\pi \cdot d_i^2}{400}$	Участок полезного сечения прохода [см ²] Cross-sectional area of the flow [cm ²]
Pt	$Pt = \frac{Ar \cdot \rho}{10^4}$	Вес трубы на метр [кг/м] Pipe weight per metre [kg/m]
Vf	$Vf = \frac{Au}{10}$	Объём содержащейся жидкости на метр [л/м] Volume of contained fluid per meter [l/m]
J	$J = \frac{\pi \cdot (d_e^4 - d_i^4)}{640000}$	Геометрический момент инерции по отношению к диаметральной оси [см ⁴] Inertia geometrical moment respect to a diametrical axis [cm ⁴]

1. Введение: труба PEX Unidelta из сшитого полиэтилена

Компания Unidelta производит трубы из сшитого полиэтилена (PEX), которые благодаря своим прекрасным механическим свойствам при высоких температурах идеально подходят для горячего и холодного водоснабжения для санитарного использования и для создания отопительных установок.

Сшитый полиэтилен PEX обеспечивает трубам Unidelta многочисленные качества, среди которых выделяется химическая устойчивость, устойчивость к абразивному износу, лёгкость и простота установки, нетоксичность, низкий уровень шума, гладкая и полированная поверхность, которая позволяет достичь очень низких потерь напора.

Для удовлетворения разнообразных требований клиентов компания Unidelta предлагает разные типы труб из сшитого полиэтилена:

- **UniTerm.** Труба из однослойного сшитого полиэтилена, которая используется, главным образом, в сантехнической сфере.



- **TriTerm.** Труба из сшитого полиэтилена, состоящего из трёх слоёв с внешним кислородным барьером EVOH, используемая, главным образом, в сфере отопления.



- **MultiTerm.** Труба из сшитого полиэтилена, состоящего из пяти слоёв с внутренним кислородным барьером EVOH, используемая, главным образом, в сфере отопления.



Имеется также в наличии съёмная версия труб Unidelta Uniterm, Triterm и Multiterm, в данной версии труба вставляется в гофрированную оболочку.

1. Introduction: the Unidelta PEX pipe

Unidelta manufactures cross-linked polyethylene (PEX) piping with excellent mechanical properties at high temperatures, making it ideal for hot and cold water distribution in sanitary and heating systems.

PEX gives Unidelta piping countless qualities, in particular resistance to chemicals, corrosion and abrasion, light weight and ease of installation, non-toxicity, low noise, and a smooth and polished surface ensuring highly contained load losses.

In order to meet the various needs of its customers, Unidelta offers different types of cross-linked polyethylene pipes:

- **UniTerm.** *Cross-linked single layer polyethylene pipe used mainly in sanitary applications.*

- **TriTerm.** *Cross-linked three layer polyethylene pipe with an external EVOH oxygen barrier mainly used in heating systems.*

- **MultiTerm.** *Cross-linked five layer polyethylene pipe with an internal EVOH oxygen barrier mainly used in heating systems.*

Unidelta's Uniterm, Triterm and Multiterm pipes are also available in an extractable version with the pipe inserted into a corrugated sheath.

2. Области применения

Труба PEX Unidelta из сшитого полиэтилена была разработана для следующих применений:

- Горячее и холодное водоснабжение для сантехнических нужд
- Низкотемпературные отопительные системы (с отопительными панелями)
- Высокотемпературные отопительные системы (с радиаторными системами)
- Охладительные системы с отопительными панелями
- Противоморозные и снегозащитные установки

Кроме того, труба Unidelta PEX из сшитого полиэтилена может применяться для подачи сжатого воздуха, газообразных жидкостей и различных химических веществ (см. главу 16, в которой описывается химическая совместимость). Кроме того, рекомендуется использовать трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, когда возникает необходимость выполнить операции по смене футеровки, из-за их высокой устойчивости к абразивному износу.

Установки водоснабжения для сантехнических нужд

Труба Unidelta из сшитого полиэтилена идеально подходит для производства установок питьевого водоснабжения (горячей и холодной водой). Дело в том, что трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена совершенно нетоксичные, они не подвергаются коррозии и отличаются высоким коэффициентом акустической изоляции.

Значительная гибкость трубы вместе с её лёгкостью делают установку трубы быстрой и незатруднительной. Можно выполнять сгибы вручную радиусом кривизны до восьми диаметров трубы: благодаря этой способности значительно сокращается количество соединительных муфт, используемых для создания установки. Для более крутых изгибов, ответвлений или соединений необходимо использовать механические муфты, поскольку сшитый полиэтилен PEX нельзя сваривать или склеивать.

2. Application fields

The Unidelta PEX pipe has been specifically developed for the following applications:

- *Distribution of both hot and cold water in sanitary applications*
- *Low temperature heating systems (with radiant panels)*
- *High temperature heating systems (radiator systems)*
- *Cooling systems with radiant panels*
- *Anti-freeze and anti-snow plants*

Moreover, given the numerous exceptional properties of the pipe and the respective fittings, the Unidelta PEX pipe can also be used for transporting compressed air, gaseous liquids, and a variety of chemical substances (in this regard see Chapter 16 on chemical compatibility). Unidelta PEX pipe is also ideal for relining operations, thanks to its high resistance to abrasion.

Sanitary distribution systems

The Unidelta PEX pipe is ideal for use in potable water systems (hot and cold). In fact, the Unidelta PEX pipes are completely non-toxic, non-corrosive and have a high coefficient of sound insulation.

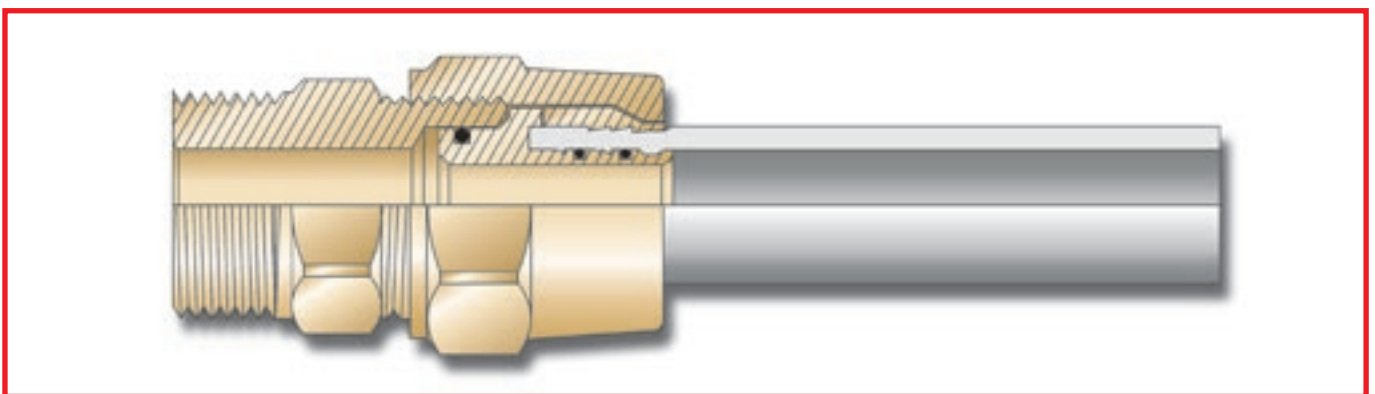
Moreover, the light weight and the particular flexibility make installation quick and easy. Bends can be made by hand up to 8 times the diameter of the pipe, which means that the quantity of fittings used in installing the system is considerably reduced. Tighter curvatures, branch-offs or connections require mechanical fittings.

2.

Существуют два типа механических муфт для труб РЕХ из сшитого полиэтилена: винтовые или нажимные.

Винтовые муфты делаются из латуни или нержавеющей стали и характеризуются тремя элементами: корпус муфты, уплотнительная втулка и крепёжная гайка. Во время затяжки гайка надавливает на втулку, деформируя её и вдавливая её, как в корпус муфты, так и в трубу. Гидроизоляция обеспечивается уплотнениями, расположенными на самой втулке.

Рисунок 2.1 – Винтовая соединительная муфта
Figure 2.1 - Screwing fitting



Нажимные муфты (press-fittings) состоят из корпуса муфты, сделанного из латуни, нержавеющей стали, а в наше время они могут быть также сделаны из синтетического материала (технополимеров), и из уплотнительной втулки из нержавеющей стали.

Операция затяжки состоит в деформации втулки с помощью электропневматического инструмента, путём её сжатия на внешней поверхности трубы. Гидроизоляция обеспечивается давлением, которое в данном случае оказывает труба на уплотнения, расположенные на корпусе муфты.

Mechanical fittings to joint cross-linked polyethylene pipes can be either screwing fittings or press-fittings.

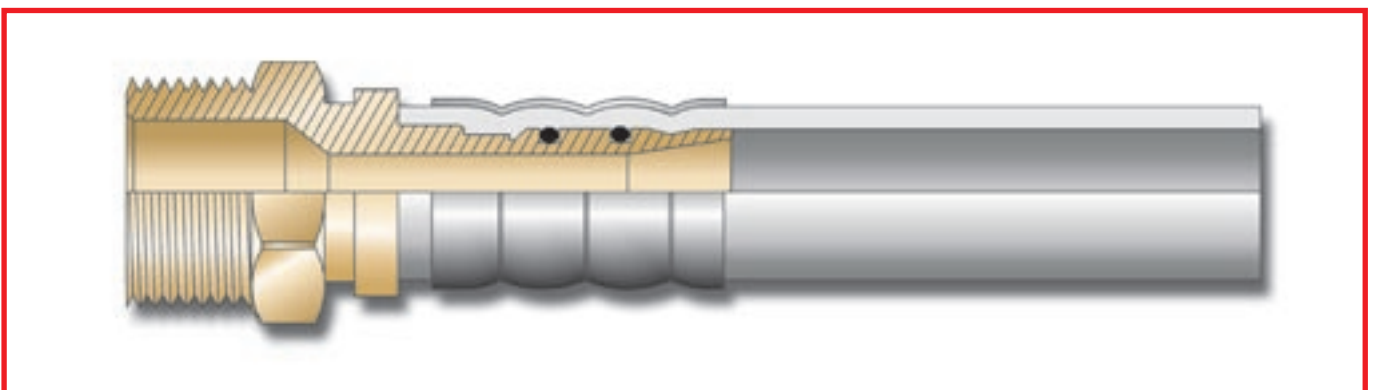
Either brass or steel screwing fittings are made in three components: the fitting body, seal sleeve, a screw nut. While tightening, the screw nut operates on the sleeve deforming and pressing it onto the fitting body as well as onto the pipe. The O-ring placed onto the sleeve makes the hydraulic seal possible.

Press-fittings are made of a fitting body – which can be made from either brass, steel or even a synthetic material (technopolymers) – and from a steel seal sleeve.

Tightening results from the sleeve which is deformed by an electric-pneumatic tool that presses it on the external surface of the pipe.

The pressure the pipe exerts on the O-rings placed on the fitting body makes the hydraulic seal possible.

Рисунок 2.2 – Нажимная муфта
Figure 2.2 - Press-fitting



2.

Обычно используемые проектировочные решения могут быть двух типов: коллекторные (рисунок 2.3) или последовательные (рисунок 2.4). Коллекторное распределение позволяет добиться малых потерь давления на каждом пользователе и использовать небольшое количество соединительных муфт, а последовательное распределение позволяет сократить используемое количество трубы.

2.

Two different system solutions are generally used: with manifold (Figure 2.3) or in series (Figure 2.4). The manifold distribution allows to have reduced pressure losses on every utility and to use a contained number of connections, whilst the series distribution allows a saving on the quantity of pipe used.

Рисунок 2.3 – Коллекторное распределение
Figure 2.3 - Distribution by manifold

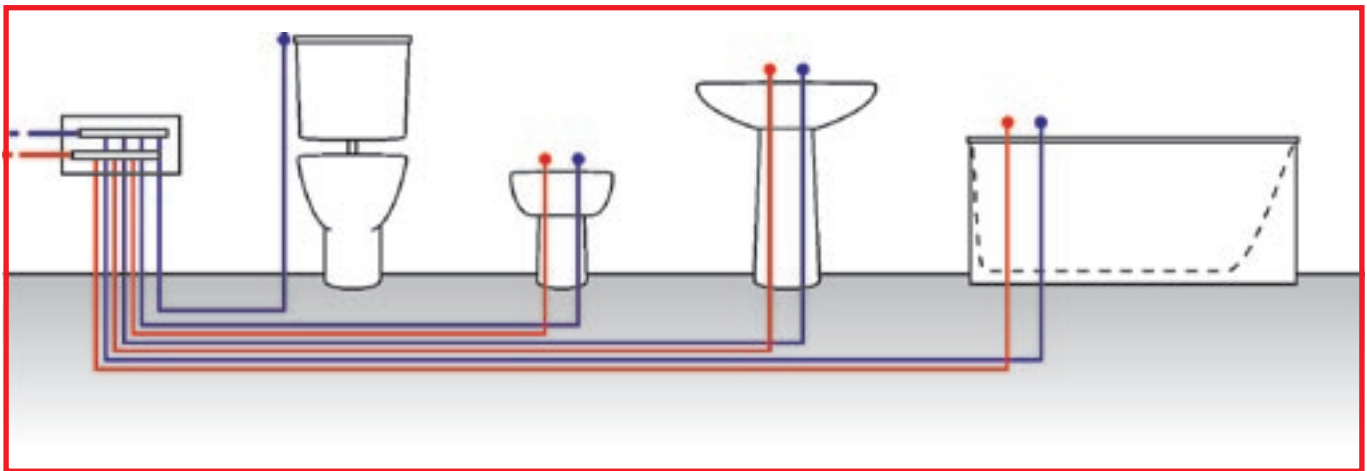
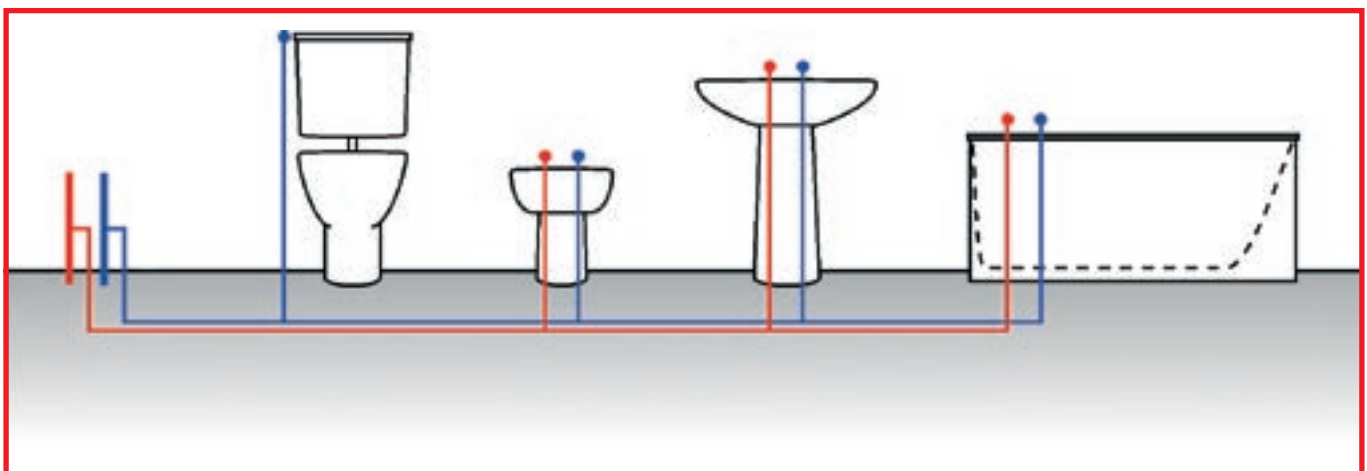


Рисунок 2.4 – Последовательное распределение
Figure 2.4 - Distribution in series



2.

Отопительные установки с отопительными панелями

Отопительные установки с отопительными панелями являются ещё одной сферой применения трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена. Отопительные установки с отопительными панелями начали использоваться в Италии в 1960 году, но сначала без особого успеха. Отсутствие нормативных постановлений, которые бы определяли их размеры, и низкое качество используемых продуктов не позволяли выпускать эффективные установки, которые бы могли гарантировать необходимый комфорт. Самая распространённая проблема заключалась в слишком высокой поверхностной температуре полов.

Введение новых, надёжных и безопасных материалов, создание нормативных постановлений для регулировки размеров установок и растущий интерес к системам, которые позволяют добиться экономии электроэнергии, привели к возобновлению использования системы с отопительными панелями, которая сегодня начинает быстро завоёвывать признание.

Отопительные панели могут быть потолочными, напольными или настенными. Тепловая жидкость в змеевиках – это вода с относительно низкой температурой (не выше 50°C).

2.

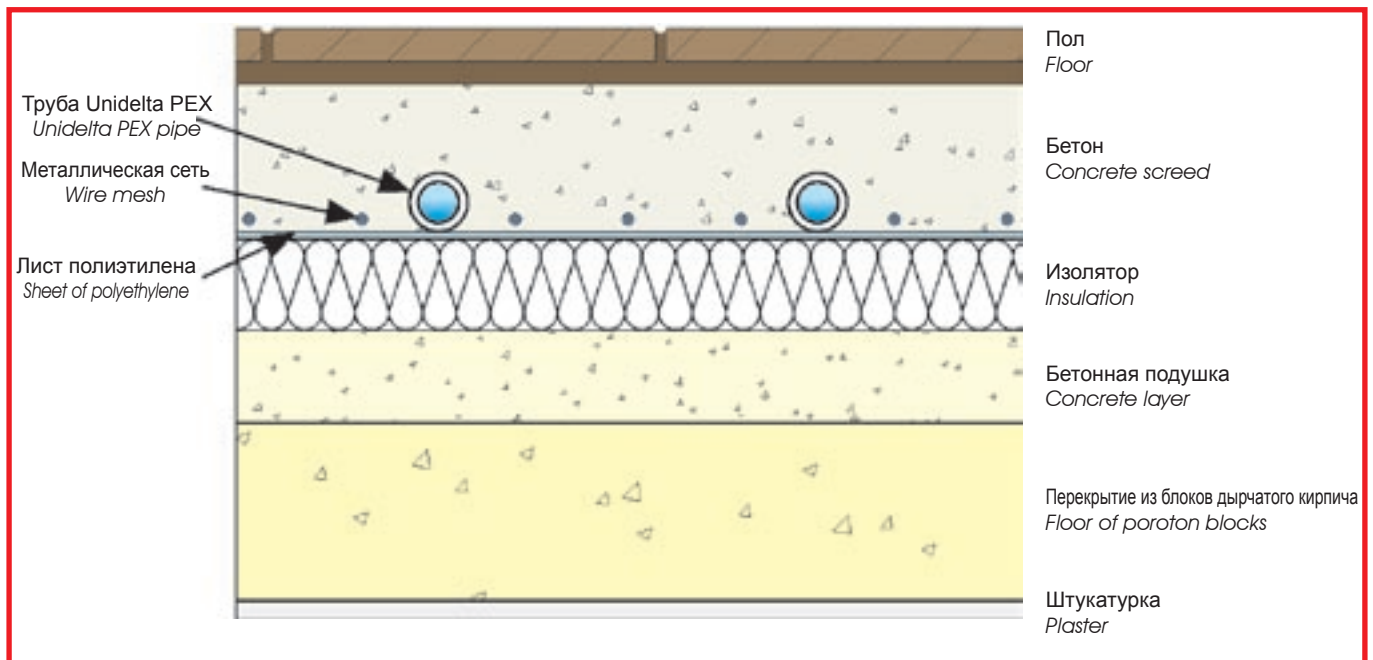
Radiant panel heating systems

Another area of application for the Unidelta PEX pipe is in radiant panel heating systems. The system of heating with radiant panels was introduced to Italy in 1960 but initially had little success. The lack of regulations governing sizing and the poor quality of the products used made it difficult to engineer efficient systems that could guarantee the required comfort level. The most common problem was that the surface temperature of the floors was too high.

The introduction of new materials, reliable and safe, the birth of normatives for plant sizing and the growing attention on systems which allow energy savings, have enabled the re-introduction of the radiating panels system, which is today growingly affirming itself.

Radiant panels can be used on the ceiling, floor, or wall. The thermal carrier liquid inside the coil is water at a relatively low temperature (maximum 50°C).

Рисунок 2.5 – Схема напольной отопительной панели
Figure 2.5 - Diagram of an underfloor radiant panel



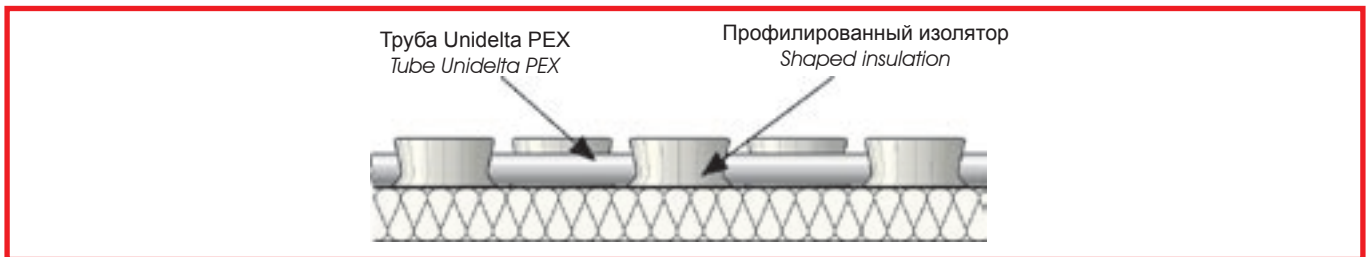
2.

Трубы кладутся на панель из полистирольного пенопласта, выступающую в качестве изолятора, который сокращает тепловой поток в нижнем направлении. На панели может лежать полиэтиленовый лист, который играет роль пароизоляционного барьера для защиты изолятора от влажности бетонной стяжки. В некоторых случаях устанавливается электрически сваренная металлическая сеть, которая равномерно распределяет нагрузки, оказываемые на пол, и может служить в качестве крепёжной структуры для труб с помощью зажимов. В большинстве случаев панель из полистирола имеет соответствующий профиль для лёгкого и быстрого крепления труб (Рисунок 2.6).

2.

The pipe is laid on a panel of polystyrene foam for thermal insulation, reducing the downward flow of heat. The panel may have a sheet of polyethylene that acts as a vapour barrier, thereby protecting the insulation from the moisture of the concrete screed. In some cases, a welded wire mesh is installed to distribute the loads on the floor evenly, and it can also serve as a fastening structure for the tubing using clips. In most cases, the polystyrene panel is appropriately shaped for quick and easy pipe fastening (Figure 2.6).

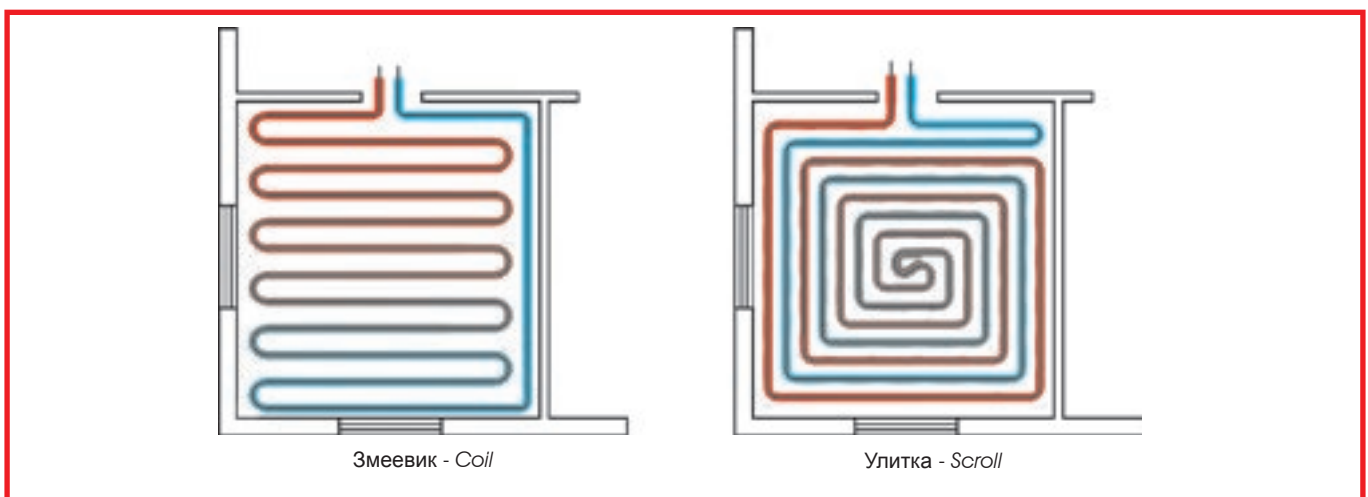
Рисунок 2.6 – Панель из профилированного полистирола
 Figura 2.6 - Shaped polystyrene panel



Контур может быть сделан в соответствии с разными типами конфигурации (Рисунок 2.7), наиболее общие типы: змеевиковые и улиткообразные. Рекомендуется использовать улиткообразную конфигурацию, поскольку она гарантирует большую однородность температуры пола из-за чередования нагнетательной трубы с обратной трубой. Обычно рядом с наиболее холодными стенами сокращается шаг труб, чтобы компенсировать большее тепловое рассеивание. Правильно спроектированная отопительная панель должна создавать поверхностную температуру пола равную 29°C в постоянно занятых помещениях, 32°C - в ванных комнатах; температура 35°C допускается в изредка используемых помещениях, таких как периметральные участки с большим тепловым рассеиванием.

The circuit can be created with various types of configurations (Figure 2.7): the most common are coil and scroll. The scroll configuration is preferable as it allows greater uniformity of the floor temperature due to the alternation of the delivery pipe with the return pipe. Generally, in the vicinity of the coldest walls, the pitch of the pipes is reduced in order to compensate for the greater heat dispersion. A correctly designed radiant panel must create a floor surface temperature of 29°C in rooms with permanent occupation, 32°C in bathrooms, and a temperature of 35°C is allowed for rooms with occasional occupation such as the perimeter zones with higher heat dispersion.

Рисунок 2.7 - Распределение контура
 Figura 2.7 - Distribution of the circuit



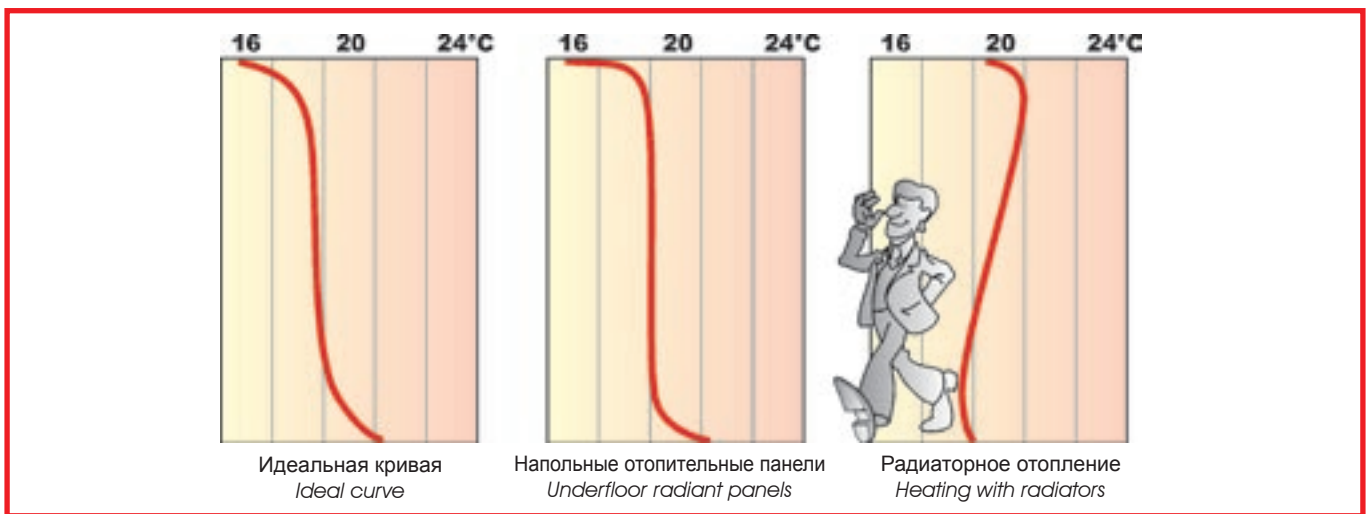
2.

Этот проектировочный тип имеет многочисленные преимущества, среди которых первое место занимает достигаемая экономия электроэнергии, не менее 10% по сравнению с радиаторными установками. Главным образом, отопление осуществляется благодаря теплоизлучению, делая распределение температуры воздуха в вертикальном направлении однородным. Данное условие очень близко к идеальному для физиологического состояния человеческого тела.

2.

This type of system offers innumerable advantages, first of all the energy savings that can be obtained, a minimum of 10% compared to radiator systems. The heating takes place primarily by irradiation, providing uniform distribution of the air temperature in the vertical direction, a condition that is very close to the ideal one for the optimal physiological state of the human body.

Рисунок 2.8 – Распределение температуры для некоторых типов установки
Figura 2.8 - Temperature distribution for different types of systems



При уменьшении температуры окружающей среды на 1°C, получается такая же степень комфорта, как и в традиционных установках и одновременно с этим расходы сокращаются, примерно, на 6%. Отопление с помощью отопительных панелей не создаёт много конвекций горячего воздуха, предотвращая движение пыли, которое могло бы привести к образованию тёмных разводов на стенах рядом с источниками тепла (радиаторами). Дело в том, что большая низкотемпературная отопительная площадь предотвращает образование множества конвекций воздуха и значительно сокращает вертикальное тепловое расслоение. Отопление воздуха в контакте с низкотемпературными поверхностями сокращает необходимость увлажнения воздуха улучшая, таким образом, климат помещения. Этот тип установки особенно подходит для помещений больших размеров или с большой высотой, таких как: промышленные здания, салоны, церкви, спортивные залы и т.д. Кроме того, использование низкотемпературного источника тепла (средняя температура воды 35°C÷45°C) сокращает тепловое рассеивание вдоль распределительных трубопроводов. Отсутствие внешних нагревательных элементов позволяет увеличить свободное пространство помещений и избежать создания ниш для размещения радиаторов. Отопительные панели могут использоваться также и для особых применений, таких как: отопление больших внешних участков (виадуки, мосты, площадки, взлётно-посадочные полосы), с противоморозными, снегозащитными или размораживающими функциями.

Decreasing the room temperature by 1°C provides the same level of comfort as traditional systems and at the same time a reduction in energy consumption of approximately 6%. Heating with radiant panels does not create convective movement of warm air, impeding the movement of dust with the consequent absence of dark smudges on the walls in the vicinity of the heat source (radiators). The broad radiant surface at low temperature, in fact, prevents the formation of convective movements of air and considerably reduces the vertical thermal stratification. The heating of the air in contact with surfaces at low temperature reduces the need for humidifying the air, thus contributing to increasing the level of well-being in the space. This type of system is particularly desirable for spaces with large volume or particular ceiling height such as industrial buildings, convention centres, churches, gyms, etc. The use of a low temperature heat source (water, on average at 35°C-45°C) also reduces heat dispersion along the distribution ducts. The absence of outer heating bodies makes it possible to increase the availability of space in the rooms and avoid the need for radiator niches. Radiant panels can also be used in special applications such as the heating of large outdoor areas (viaducts, bridges, yards, airport runways) for antifreeze, snow-melt, or defrosting functions.

2.

Радиаторные отопительные установки

Благодаря прекрасной устойчивости к высоким температурам труба Unidelta PEX из сшитого полиэтилена может использоваться также и для создания традиционных отопительных установок, работающих на радиаторах. Дело в том, что, как уже было сказано в отношении выпуска санитарно-технических установок, простота и быстрота инсталляции играют очень важную роль, как для осуществления установки последовательного типа, так и для осуществления коллекторной установки.

Охлаждающая система с отопительными панелями

Установки с отопительными панелями могут использоваться также и для летнего охлаждения зданий, потолочные версии лучше подходят для выполнения данной функции именно благодаря их положению, которое благоприятствует теплоотводу в помещении. Обычно эти типы установки дополняются системами кондиционирования воздуха так, чтобы панель выполняла большую часть ощутимой тепловой нагрузки, а система кондиционирования воздуха отводила скрытую тепловую нагрузку. Результат: большая энергетическая эффективность и высокий уровень комфорта, который невозможно достичь при отдельном применении одной из двух упомянутых систем. При охлаждении с помощью отопительных панелей без применения системы кондиционирования воздуха важно устанавливать минимальную температуру в змеевике, чтобы избежать образования конденсата на полу или на потолке. По этой причине поверхностная температура панели не должна быть ниже точки росы в помещении: при температуре окружающей среды равной 30°C и относительной влажности 50% температура, при которой образуется конденсат (точка росы), равняется, примерно, 18.5°C. И наоборот, если установка с отопительными панелями сочетается с системой кондиционирования воздуха и, следовательно, с системой удаления влаги из воздуха, то опасность образования конденсата меньше и температура воды в змеевиках потолочной установки может быть значительно ниже.

2.

Radiator heating systems

Thanks to its excellent resistance to high temperatures, the Unidelta PEX pipe can also be used for installing traditional heating systems with radiators. In creating both series and manifold systems, similarly to the installation of sanitary systems, simplicity and speed of installation play a fundamental role.

Cooling system with radiant panels

Radiant panel systems can also be used for summertime cooling of buildings. Ceiling panels are the most suitable for this application due to their position that favours the subtraction of heat from the room. Generally, these types of systems are integrated with air-conditioning systems so that the panel eliminates the majority of the sensitive thermal load and the air-conditioning system the latent thermal load. The result is greater energy efficiency and a level of comfort that cannot be achieved with either of the two systems used independently. In the case of cooling with radiant panels without the aid of an air-conditioning system, it is important to establish the minimum temperature of the water inside the coils in order to prevent the formation of condensate on the floor or on the ceiling. For this reason, the surface temperature of the panel must not be less than the dew point temperature of the ambient air. With ambient air at 30°C and relative humidity of 50%, the temperature at which condensate forms (dew point temperature) is about 18.5°C. On the other hand, if the radiant panel system is combined with an air-conditioning system, and thus a system of dehumidification, the danger of condensation is lessened and the temperature of the water in the coils of the ceiling system can be further reduced.

3. Контроль качества

Для гарантии высокого качества и надёжности продукции компания Unidelta выполняет строгие проверки трубы PEX из сшитого полиэтилена. Каждый метр трубы постоянно контролируется с помощью датчиков и электронных систем. Ниже приводятся некоторые проверки, которым подвергается конечная продукция и производственный процесс.

Проверка размеров

Во время производства постоянно контролируются характеристики размеров труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, используя специальные оптические и ультразвуковые инструменты. Кроме того, оператор периодически выполняет проверку, чтобы размеры трубы соответствовали допускам, которые были определены в нормативных постановлениях.

Проверка параметров процесса

На производственной линии выполняется тщательная проверка всех параметров процесса с помощью сверхсовременных электронных приборов. Все данные сохраняются в базе данных, чтобы при желании их можно было найти.

Проверки под давлением

Образцы труб проходят проверки на герметичность под давлением при различных температурах. Трубы считаются пригодными к использованию, если они успешно прошли испытательные условия, установленные в строгих нормативных постановлениях.

Определение степени сшивания PEX (сшитого полиэтилена)

Степень сшивания PEX (сшитого полиэтилена) определяется с помощью процедуры вытяжки растворителем. Для сшитого полиэтилена с силанами (PEX-b) гарантируется степень сшивания более 65%, таким образом, чтобы сшитый полиэтилен имел требуемые механические характеристики.

Определение продольной усадки

Свойства трубы определяются посредством нагрева в печи при 120° в течение одного часа. Труба считается пригодной к эксплуатации, если отклонения размеров не превышают 3%.

Проверка сырья

Физические характеристики полимерных материалов проверяются при поступлении и имеют сертификат поставщика

3. Quality control

To guarantee optimal quality and reliability of the product, Unidelta submits PEX pipe to strict and rigorous controls. Moreover, the entire production process is constantly monitored by means of sophisticated electronic sensors and systems. Some controls carried out on both the final product and the production process are described below.

Dimensional control

During production, the dimensional characteristics of the Unidelta PEX pipe are constantly checked using special optical and ultrasound instruments. Additionally, at regular intervals of time the operator checks that the dimensions of the pipe are within the tolerances defined by the standards.

Control of the process parameters

On the production line, a meticulous control of all the process parameters is carried out using sophisticated electronic instruments. All data is saved on the database for historical tracing.

Pressure tests

Pipe samples undergo tests of seal under pressure at different temperatures. They are considered suitable for use if they satisfy the test conditions defined by rigorous standards.

Determination of the degree of PEX crosslinking

The degree of crosslinking of the PEX is determined by means of the procedure of extraction with solvent. For polyethylene crosslinked with the silane method (PEX-b), a degree of crosslinking greater than 65% is guaranteed so that the PEX possesses the required mechanical characteristics.

Longitudinal reversion

Pipe behaviour is evaluated using an oven heated at 120° for an hour. The pipe is considered suitable if the size variation is $\leq 3\%$.

Control of raw materials

The physical characteristics of the polymer materials are controlled upon reception and are certified by the supplier.

4.
Сертификаты качества

Трубы из сшитого полиэтилена Unidelta были испытаны и получили одобрение важных международных институтов сертификации. Система качества Unidelta имеет сертификат UNI EN ISO 9001:2008.

4.
Quality certifications

Unidelta PEX pipe are tested and approved by major certification agencies. Unidelta's own quality system is certified to UNI EN ISO 9001:2008.



CZECH REPUBLIC



GERMANY



IRELAND



MEXICO



POLAND



PORTUGAL



RUSSIA



SPAIN



UNGARY



UKRAINE



USA



UK

UniTerm – только изделия, которые имеют маркировку NSF, имеют сертификаты NSF - T4003
 UniTerm - NB. UniTerm - Only products containing the NSF trademark are certified NSF - T4003



5.

Сшитый полиэтилен
The crosslinked polyethylene

5.1 Введение

Полимер – это макромолекула, состоящая из большого количества базовых единиц мономеров. Важные с технической точки зрения полимеры были классифицированы на основании их физических характеристик: существуют термопластические полимеры (пластомеры), эластомеры и термореактивные полимеры (реактопласты). Полиэтилен – это термопластический материал, состоящий из множества чрезвычайно длинных молекул. Даже при не очень высоких температурах (ещё ниже точки плавления) материал начинает обладать значительной степенью текучести. Следовательно, прекрасные качества этого материала ограничиваются рабочей температурой. В процессе сшивания молекулы полиэтилена соединяются вместе для образования более сложной трёхмерной структуры: химическая реакция сшивания превращает продукт из термопластического в термореактивный. Материал подвергается структурному изменению, которое улучшает такие характеристики, как: устойчивость к абразивному износу, химическая устойчивость и механическая устойчивость во времени.

При сшивании степень текучести значительно снижается и эксплуатационные характеристики материала значительно улучшаются. Кроме этого улучшения эксплуатационных качеств при высоких температурах, сшитый полиэтилен сохраняет прекрасные характеристики термопластических материалов.

Полиэтилен никогда полностью не сшивается, потому что это может сделать его слишком хрупким и подверженным растрескиванию под действием напряжения. Недостаточное сшивание, наоборот, может не привести к необходимому улучшению эксплуатационных характеристик по сравнению с базовым полиэтиленом. Следовательно, задача заключается в нахождении степени сшивания, которая бы являлась правильным компромиссом между механической прочностью и гибкостью, необходимой для применения продукта, наряду с этим предотвращая растрескивание под действием напряжения. В зависимости от выполняемого типа процесса сшивания степень сшивания может меняться от 60% до 89%.

5.1 Introduction

A polymer is a macromolecule composed of a high number of basic structural units, which are called monomers. The technically important polymers are classified according to their physical characteristics: thermoplastic (plastomers), elastomers, and thermosetting (duromers). Polyethylene is a thermoplastic material composed of numerous long-chain molecules. Even at moderately high temperatures (though below the melting point), the material begins to have a significant degree of fluidity. The excellent qualities of this material are therefore limited by the working temperature.

With the process of crosslinking, the molecules of polyethylene bind together to form a more complex three-dimensional structure: in fact, the chemical reaction of crosslinking transforms the product from thermoplastic into thermosetting. The material undergoes a structural modification that improves its characteristics, such as resistance to abrasion, chemical resistance, and mechanical resistance over time.

With crosslinking, the degree of fluidity is considerably reduced and the performance features of the material are significantly increased. In addition to this increased performance at high temperatures, crosslinked polyethylene maintains the excellent properties of thermoplastic materials.

Polyethylene is never crosslinked completely because this would make it too fragile and subject to stress cracking. Insufficient crosslinking, on the other hand, may not provide the increased performance desired with respect to the base polyethylene. The objective is therefore to find the degree of crosslinking that produces the best compromise between mechanical resistance and the flexibility necessary for using the product, while eliminating stress cracking. In relation to the type of crosslinking process adopted, the degree of crosslinking can vary between 60% and 89%.

5.2 Методы сшивания

Существуют различные технологии для сшивания полиэтилена, однако, поскольку полиэтилен не имеет функциональных групп со способностями сшивания, необходимо добавить к материалу ещё один компонент.

А. Пероксидный метод

Экструзия происходит при температурах ниже 160÷170°C, чтобы пероксиды, смешанные с полиэтиленом, не стали разлагаться и не начали преждевременное сшивание; это приводит к низкой скорости производства и очень высокому давлению плавления. Сшивание всегда происходит на линии, но после этапа калибровки трубы, пропуская экструдированное изделие через камеры с температурой 220÷230°C, при этих температурах начинается химический процесс сшивания. Минимальное допустимое значение степени сшивания при данном методе составляет 70%. Сшитый полиэтилен, выполненный с использованием пероксидного метода, называется РЕ-Ха.

В. Силановый метод

Сшивание происходит при создании химических связей из-за присутствия силанов. Данный процесс выполняется частично на этапе экструзии, но в основном на второй стадии, которая заключается в расположении труб в виде стержней или рулонов в резервуаре с водой с температурой от 70°C до 95°C. Процесс сшивания приводится в действие влажностью и высокой температурой и ускоряется путём добавки к сшитому полиэтилену соответствующего катализатора. В данном случае, минимальное допустимое значение степени сшивания составляет 65%. Сшитый полиэтилен, сделанный с использованием силанового метода, называется РЕ-Хб.

С. Радиационный метод

Это процесс сшивания физического типа, являющийся результатом присутствия источников, которые излучают электромагнитные волны, радиации γ («ядерный» процесс), или жёстких электронов, радиации β (процесс облучения электронами). Минимальное допустимое значение степени сшивания составляет 60%. Сшитый полиэтилен, выполненный с использованием радиационного метода, называется РЕ-Хс.

Какой метод лучше?

Существует много мнений о том, какой процесс сшивания производит лучшие трубы.

Качество трубы не зависит от метода сшивания, а от способности пройти физические и механические испытания, установленные в нормативных постановлениях. Главный аргумент должен концентрироваться на возможности делать трубы из сшитого полиэтилена в соответствии с требованиями нормативных постановлений, относящихся к каждому описанному выше методу. Трубы могут выпускаться в соответствии с разными нормативными постановлениями, но независимо от метода сшивания они все должны успешно пройти серию многочисленных и ответственных испытаний, чьи требования включают в себя материалы, производство, размеры, допуски, испытания на прочность под давлением и т.д. Это лучший способ для определения качества и эксплуатационных характеристик трубы.

5.2 Crosslinking technologies

There are various technologies for obtaining polyethylene crosslinking, but, as polyethylene does not have functional groups that have crosslinking capacity, it is necessary to add another component to the material.

A. Peroxide method

The extrusion takes place at temperatures lower than 160-170°C to prevent the peroxides mixed with the polyethylene from decomposing and starting the crosslinking prematurely; this means low production speeds and very high melting pressures. The crosslinking occurs, still in line but after the phase of pipe calibration, by passing the extrusion through chambers at temperatures of 220-230°C, temperatures at which the chemical process of crosslinking begins. The minimum requirement for the degree of crosslinking with this method is 70%. Polyethylene crosslinked with the peroxide method is known as PE-Xa.

B. Silane method

The crosslinking takes place with the creation of chemical bonds due to the presence of silanes. This process takes place in part during the extrusion phase but mainly in a second stage that consists of placing the length or the coils of pipe in a hot water bath at a temperature between 70°C and 95°C. The crosslinking process is activated by the humidity and temperature and is accelerated by the addition to the PEX of a suitable catalyst. In this case the minimum requirement for the degree of crosslinking is 65%. Polyethylene crosslinked with the silane method is known as PE-Xb.

C. Radiation method

This is a physical type crosslinking process due to the presence of sources that irradiate electromagnetic waves, γ rays ("nuclear" process) or at high-energy electrons, β rays ("electron bombardment" process). The minimum requirement for the degree of crosslinking 60%. The polyethylene crosslinked with the silane method is known as PE-Xc.

Which is the best method?

A lot of discussions have been held on which cross-linking process produces the best pipe.

The quality of the pipe does not depend on the cross-linking process but on its ability to pass standard physical and mechanical tests. The principal discussion should be focused on the ability to manufacture a PEX pipe according to standard requirements for each cross-linking method described above. Pipes can be manufactured according to various standards; however, regardless of the cross-linking method, the pipes must pass several demanding tests with requirements covering also materials, production, dimensions, tolerances, pressure resistance test, etc. This is the best way to evaluate the quality and performance of a pipe.

5.2.1

Детальное описание силанового метода

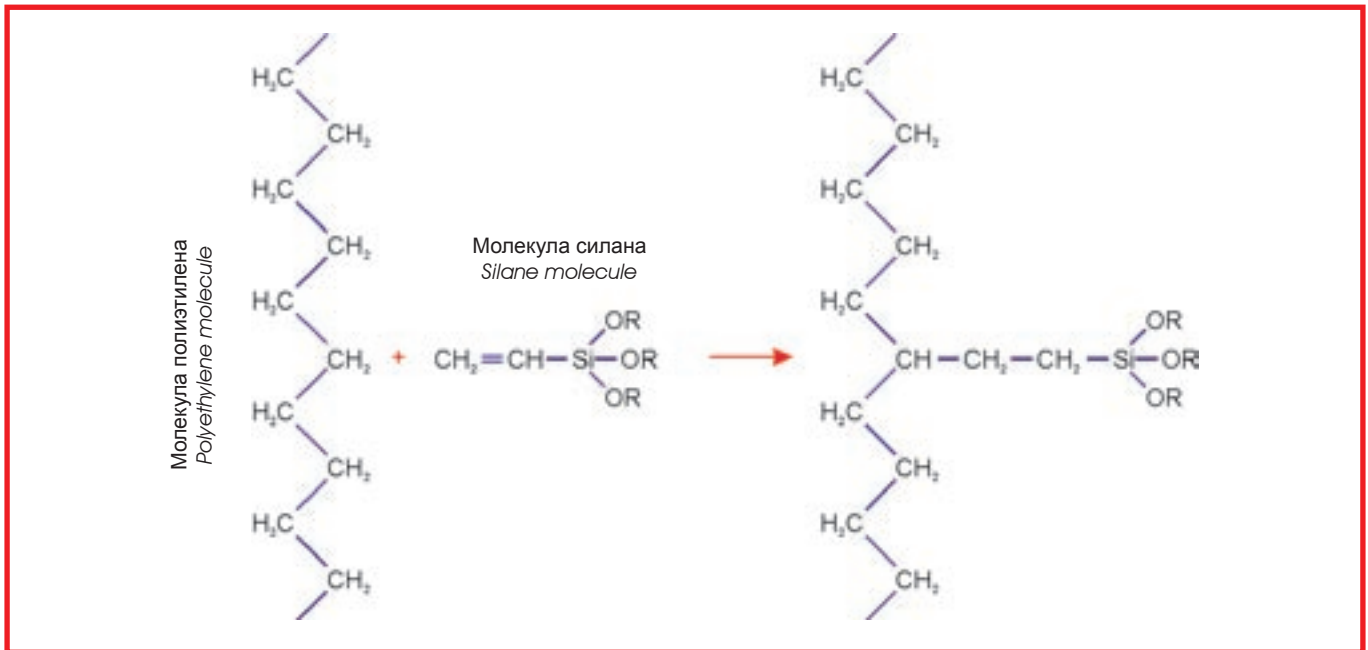
Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена сделаны с использованием силанового метода (PE-Xb). Используемый полиэтилен – это сшиваемый с полиэтиленом графтсополимер силана. Для ускорения этапа сшивания между цепочками полиэтилена добавляется соответствующий катализатор

5.2.1

The silane method in detail

The Unidelta PEX pipes are made of polyethylene crosslinked using the silane method (PE-Xb). The polyethylene used is a copolymer that is crosslinkable by grafting silane onto the polyethylene. A suitable catalyst is added to accelerate the phase of crosslinking on the chains of polyethylene.

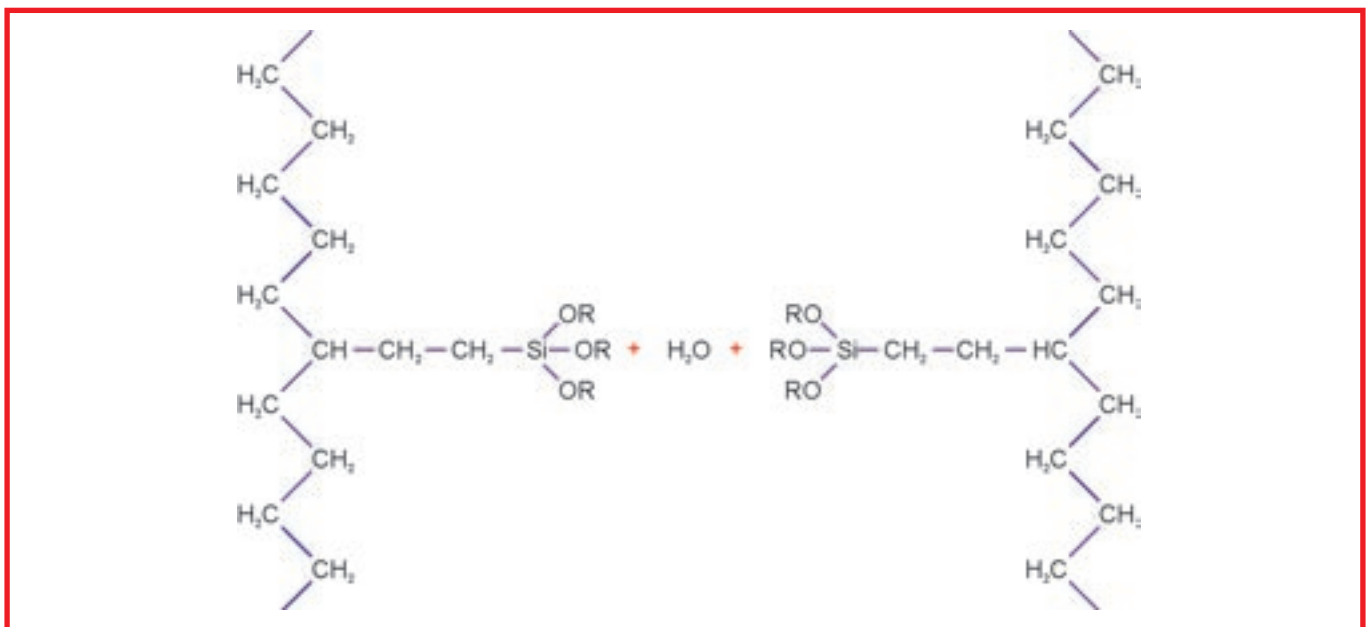
Рисунок 5.1 - Молекула силана, соединённая с молекулой полиэтилена
Figure 5.1 - Silane molecule grafted onto the polyethylene molecule



Сшивание выполняется, когда трубы, выпускаемые в рулонах или в виде стержней, погружаются в резервуары с водой при температуре 70-95°C. Молекулы воды распространяются внутри стенки трубы и, вступая в реакцию с сополимером, образуют гидроксильные группы на боковых цепочках силана (гидролиз).

The crosslinking takes place when the pipe produced in coils or in lengths is immersed in a hot water bath at a temperature of 70-95°C. The water molecules diffuse inside the wall of the pipe and, reacting with the copolymer, form hydroxylic groups on the lateral chains of silane (hydrolysis).

Рисунок 5.2 – Реакция сшивания
Figure 5.2 - Crosslinking reaction



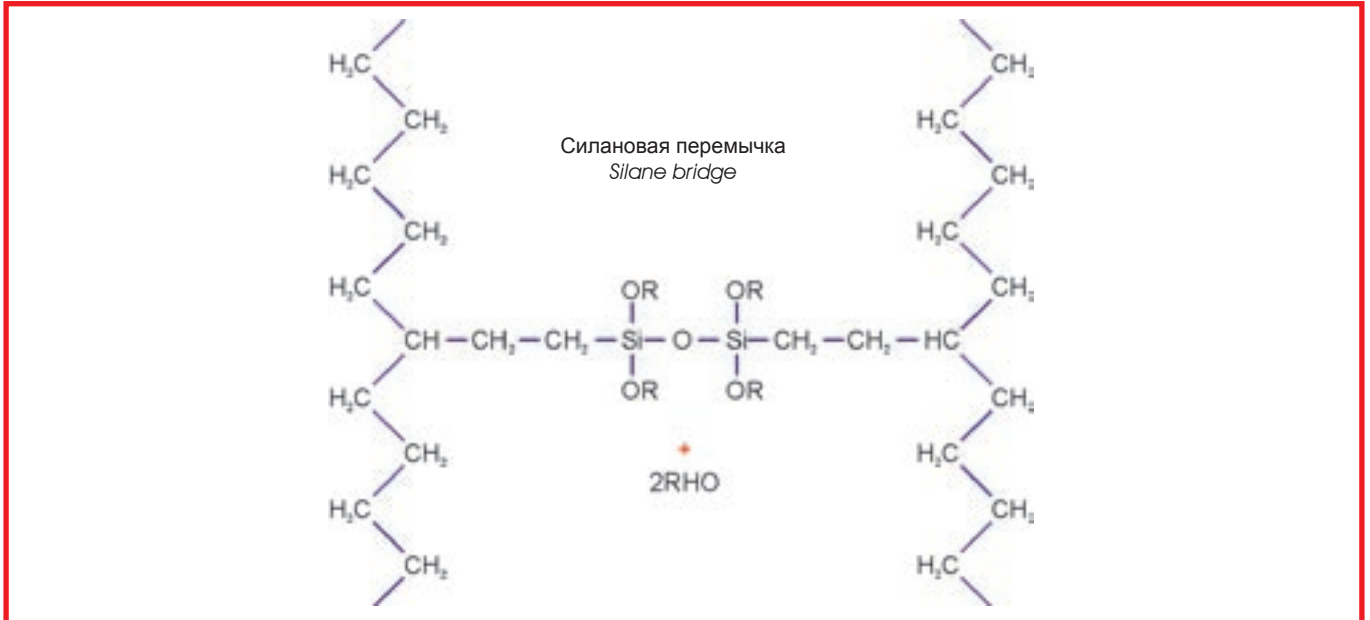
5.2.1

Далее гидроксильные группы вступают в реакцию между собой, образуя силановые перемиčky между боковыми цепочками и, следовательно, между молекулами полиэтилена (сшивание).

5.2.1

Subsequently, the hydroxylic groups react among themselves, forming silane bridges between the lateral chains and thus between the molecules of polyethylene (crosslinking).

Рисунок 5.3 – Молекулы полиэтилена, связанные силановой перемичкой
Figure 5.3 - Polyethylene molecules bound by means of silane bridge



Поскольку для каждой боковой цепочки силана имеются три конечные группы $-OR$, каждая из них может соединяться с другими боковыми цепочками, соединёнными с таким же количеством молекул полиэтилена, образуя трёхмерную структуру. Конечный продукт – это сшитый полиэтилен с помощью связей $-Si-O-Si-$, которые по своей природе имеют чрезвычайно большую силу связи. Поскольку сшивание осуществляется вследствие диффузии молекул воды в стенке трубы, время, необходимое для завершения процесса, зависит от времени диффузии. Чем выше температура воды процесса сшивания, тем выше средняя температура погружённых труб. Поскольку при увеличении температуры полиэтилен расширяется, сокращается его плотность и увеличивается уровень диффузии внутри него воды. Следовательно, чем выше температура сшивания, тем меньше времени требуется для завершения процесса сшивания. Чем больше толщина труб, тем больше времени займёт диффузия и, следовательно, необходимо больше времени для сшивания. Сшитый полиэтилен, в результате этого химического превращения, становится терморезистивным материалом и обладает некоторыми особыми характеристиками в отличие от традиционных термопластических материалов (обычный полиэтилен, полипропилен, полибутилен): большей устойчивостью к старению во времени и лучшими эксплуатационными характеристиками при высоких температурах.

Given that at each lateral chain of silane there are three terminal groups $-OR$, each of them can join with other lateral chains attached to further polyethylene molecules, forming a three-dimensional structure. The final product is crosslinked polyethylene by means of $-Si-O-Si-$ bonds that by nature have an extremely high bond strength.

Since the crosslinking takes place subsequent to the diffusion of the molecules of water in the wall of the pipe, the time necessary to accomplish the process is linked to the diffusion time. The higher the temperature of the water in the crosslinking process, the higher the mean temperature reached by the immersed pipe. As the polyethylene expands with the increasing temperature, its density is reduced and the level of diffusion of the water inside it increases. Therefore, the higher the temperature of crosslinking, the less time necessary for completion of the crosslinking process. The greater the thickness of the pipe, the greater the time of diffusion must be, and therefore the time necessary for crosslinking. Following this chemical transformation, the crosslinked polyethylene becomes a thermosetting material and presents certain particular characteristics compared to traditional thermoplastic materials (normal polyethylene, polypropylene, polybutylene): greater resistance to aging in the long term and greater performance at high temperatures.

5.3

Характеристики и преимущества

Главные физико-механические свойства сшитого полиэтилена описаны в следующей таблице.

5.3

Characteristics and advantages

The main physical-mechanical properties of the PEX are summarised in the table below.

Таблица 5.1 - Физико-механические свойства сшитого полиэтилена PEX
Table 5.1 - The physical-mechanical properties of the PEX

Технические характеристики сшитого полиэтилена PEX PEX technical Characteristics	Метод Method	Единицы измерения Unit	Значение Value
Объёмная масса при 23°C Density at 23°C	ISO 1183	Kg/m ³	955
Индекс текучести при 190°C, вес 5 кг (MFR 190/5) Melt flow rate at 190°C weight 5 kg (MFR 190/5)	ISO 1133	g/10min	12,5
Индекс текучести при 190°C, вес 2,16 кг (MFR 190/2,16) Melt flow rate at 190°C weight 2,16 kg (MFR 190/2,16)	ISO 1133	g/10min	4,0
Удлинение при текучести (23°C, 50 мм/мин) Tensile strain at yield (23°C, 50 mm/min)	ISO 527-1, -2	%	10
Напряжение при текучести (23°C, 50 мм/мин) Tensile stress at yield (23°C, 50 mm/min)	ISO 527-1, -2	MPa	26
Модуль при растяжении (23°C, 1 мм/мин) Tensile Strength at break (23°C, 1 mm/min)	ISO 527-1, -2	MPa	1100
Испытание по Шарпи (23°C) Charpy V-notch impact strength (23°C)	ISO 179	KJ/m ²	5,0
Твёрдость по Шору (Шор D, 3 сек) Shore hardness (shore D, 3 sec)	ISO 868	-	62
Твёрдость по Бринеллю (H 132/30) Ball indentation hardness (H 132/30)	ISO 2039-1	MPa	50
Температура размягчения Викат [A50 (50°C/ч, 10N)] Softening point temperature Vicat [A50 (50°C/h, 10N)]	ISO 306	°C	125
Температура размягчения Викат [B50 (50°C/ч, 50N)] Softening point temperature Vicat [B50 (50°C/h, 50N)]	ISO 306	°C	70
Удельная теплоёмкость при 23°C Specific heat at 23°C	-	KJ/Kg·K	1,92
Тепловая проводимость Thermal conductivity	-	W/(m·K)	0,38
Коэффициент линейного расширения Linear thermal expansion coefficient	ASTM D 696	K ⁻¹	1,9·10 ⁻⁴

5.3

На диаграмме 5.1 сравниваются кривые регрессии сшитого полиэтилена (PEX) с кривыми полипропилена (PP-R), другого материала, который применяется для выпуска трубопроводов для гидро-термо-сантехнических применений.

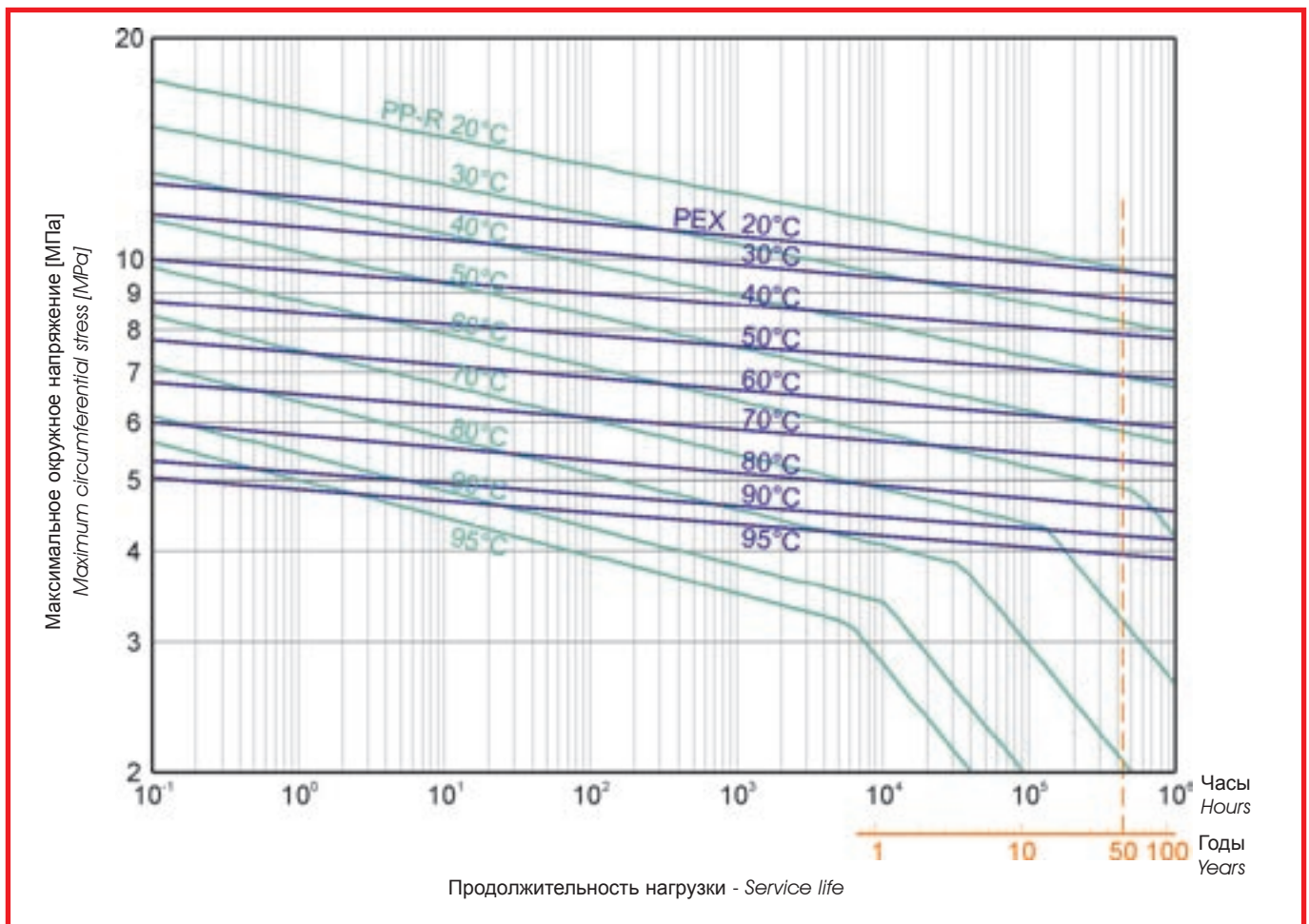
Механическая прочность сшитого полиэтилена имеет большую стабильность во времени по сравнению с полипропиленом и на его кривых регрессии отсутствует классическое «колесо» при высоких температурах, а именно точка, которая обозначает быстрое ухудшение физических характеристик (старение).

5.3

Diagram 5.1 compares the regression curves of cross-linked polyethylene (PEX) with those of polypropylene (PP-R), another material used to manufacture pipes for hot water and heating systems.

The mechanical strength of PEX is stable through time at very high temperatures and does not "bend" at high temperatures, which indicates a sharp decline in properties (ageing).

Диаграмма 5.1 – Типичные кривые регрессии полипропилена (PP-R) и сшитого полиэтилена (PEX)
 Diagram 5.1 - Typical regression curves of polypropylene (PP-R) and cross-linked polyethylene (PEX)



5.3

Существует множество преимуществ труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена:

Устойчивость к химической и электрохимической коррозии
Сшитый полиэтилен PEX обладает прекрасной устойчивостью, как к кислотам, так и к щелочам и, следовательно, он может использоваться для подачи многочисленных химических веществ, не рискуя ослаблением своих физико-механических характеристик. Поскольку сшитый полиэтилен PEX является плохим проводником электричества, он не подвергается воздействию разрушающих явлений, вследствие присутствия блуждающих токов, которые, в противном случае, могут стать причиной перфорации систем металлических трубопроводов.

В главе 16 приводится описание совместимости с разными химическими веществами.

Устойчивость к абразивному износу

Труба Unidelta PEX из сшитого полиэтилена имеет высокую устойчивость к абразивному износу даже при высокой скорости потока жидкости, эта характеристика делает трубу подходящей для перемещения твёрдых веществ в воде или для операций по смене футеровки, так как при этом внешние стенки трубы трутся о внутренние стенки восстанавливаемого трубопровода.

Отсутствие налёта и грибков

Шероховатость внутренней стенки труб, которые полностью сделаны из металла, приводит к образованию налёта и, следовательно, к уменьшению проходного сечения трубы. И наоборот, предельная полировка внутренней поверхности трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена значительно снижает возможность образования закупорок по причине образования налёта или грибков.

Низкое значение потерь нагрузки

Внутренняя поверхность труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, по сравнению с поверхностью металлических труб, отличается высокой однородностью из-за отсутствия заусениц и пористости и характеризуется чрезвычайно малой шероховатостью ($k=0,007$ мм).

Данная характеристика позволяет получить высокую пропускную способность при малых потерях нагрузки.

Низкий уровень шума

Среди характеристик трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, высокий коэффициент звуковой изоляции. Сшитый полиэтилен PEX сильно снижает уровень шума во время работы трубопровода, даже при наличии гидравлических ударов.

Нетоксичность

С точки зрения гигиеничности и токсичности труба Unidelta PEX из сшитого полиэтилена подходит для подачи питьевой воды и пищевых жидкостей, поскольку она соответствует требованиям наиболее строгих нормативных постановлений.

5.3

The advantages of the Unidelta PEX pipe are different:

Resistance to chemical and electrochemical corrosion

PEX has excellent resistance to both acids and bases, so can be used for transporting innumerable chemical substances without the risk of reducing its physical-mechanical characteristics. As PEX has low electrical conductivity, it is not subject to destructive phenomena due to stray currents which, on the contrary, are can cause perforation of metal ducting systems. For the compatibility with various chemical substances, see Chapter 16.

Abrasion resistance

Unidelta PEX pipe has a high abrasion resistance even with high speed flow of the fluid. This characteristic makes the pipe suitable for transporting solid substances in water or for relining operations, where the outer walls of the pipe slide on the inner walls of the duct to be relined.

Absence of deposits and fungi

The roughness of the inner wall of all-metal pipes gives rise to deposits and the consequent reduction of the cross-section of passage of the pipe. On the contrary, the extreme smoothness of Unidelta PEX greatly reduces the possibility of obstructions caused by the growth of incrustations or fungi.

Low head loss values

Compared to that of metal pipes, the inner surface of the Unidelta PEX pipe is very homogeneous due to the absence of nicks and porosity, and has an extremely limited surface roughness ($k=0.007$ mm). This characteristic enables high flow rates with reduced head loss.

Low noise

Another feature of Unidelta PEX is its high acoustic insulation coefficient. The PEX strongly reduce the level of noise during the operation of the piping, even in the presence of water hammering.

Non-toxicity

The Unidelta PEX pipe is hygienically and toxicologically suitable for transporting potable water and food-grade liquids, responding to the strictest European regulations.

5.3

Низкое значение теплопроводимости

Низкое значение тепловой проводимости пластмасс по сравнению с металлами является важным фактором, когда речь идёт об экономии электроэнергии.

Сшитый полиэтилен PEX имеет коэффициент теплопроводимости равный 0,38 Вт/м°C, это очень низкий показатель, если его сравнить с коэффициентом металлических материалов (Таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Теплопроводимость разных материалов
Table 5.2 - Thermal conductivity of differents materials

Материал Material	Теплопроводимость (Вт/м°C) Thermal conductivity (W/m°C)
PEX PEX	0,38
Медь Copper	348
Сталь Steel	45
Чугун Cast Iron	52

Тепловая память

Это особенная характеристика сшитого полиэтилена PEX: нагрев трубу до температуры размягчения (около 130°C), которую можно определить, поскольку труба становится прозрачной, можно вернуть трубе её изначальную форму. По этой причине неправильный изгиб или сдавливание можно легко исправить.

Однако данную операцию нельзя выполнять с трубой с кислородным барьером, поскольку она может повредить многослойную структуру трубы.

Высокий уровень обрабатываемости

Трубы из сшитого полиэтилена PEX, которые используются в жилищных установках, обычно поставляются в рулонах. Благодаря чрезвычайной лёгкости материала их можно перемещать без применения инструментов: средний удельный вес сшитого полиэтилена PEX составляет 0.95 г/см³ по сравнению с 7.85 г/см³ стали и 8.9 г/см³ меди. Таким образом, рулон из 100 метров трубы диаметром 16 мм и толщиной 2 мм весит около 9 кг.

Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена можно сгибать в холодном состоянии без использования специальных инструментов, если радиус кривизны не будет меньше восьми диаметров трубы. Для очень крутых изгибов или для труб с большим диаметром необходимо выполнять сгибание в горячем состоянии; труба нагревается потоком горячего воздуха, примерно до 130°C, при этой температуре труба становится прозрачной и ей можно придавать необходимую форму. После охлаждения труба сохранит приданную ей форму. Благодаря её тепловой памяти любой неправильный изгиб можно исправить, достаточно её нагреть и повторить операцию. Однако необходимо помнить, что данную операцию нельзя выполнять с трубой с кислородным барьером, поскольку она может повредить многослойную структуру трубы.

5.3

Low thermal conductivity

The low thermal conductivity of plastics with respect to metals is a very important factor in terms of energy savings.

The thermal conductivity coefficient of the PEX is 0.38 W/m°C) very low compared with metal pipes (Table 5.2).

Rheological memory

This is a particular feature of PEX. When the pipe is heated to the softening temperature of around 130°C (i.e. the temperature at which the material becomes transparent), it is possible for the pipe to return to its original shape. This means that wrong bending or squashing can be easily corrected.

However this operation must not be done on piping with an oxygen diffusion barrier as this would affect the multi-layer structure of the pipe.

Excellent workability

PEX pipes used in private dwellings usually come in coils. Since this material is extremely lightweight they can be handled without any special equipment. The average specific weight of PEX is 0.95 g/cm³ as against 7.85 g/cm³ for steel and 8.9 g/cm³ for copper. A 100-metre coil of 2-mm pipe, diameter 16 mm, weighs around 9 kg.

Cold bending of Unidelta PEX pipes can be done without any particular equipment. The radius of curvature can be up to eight times the diameter of the pipe. Hot bending is necessary for very small curvatures or high-pipe diameters. The pipe is heated by hot air to the softening temperature; when it becomes transparent it can be shaped as required. Once the pipe cools, it keeps its new shape. Due to its rheological memory, wrong bending can be corrected by reheating and repeating the operation. This must not be done on piping with an oxygen diffusion barrier as this would affect the multi-layer structure of the pipe.

5.3

Продолжительность

Принимая во внимание обычно используемые в жилищных установках значения давления и температуры и благодаря прекрасным характеристикам трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, «предполагаемый срок службы» системы трубопроводов, выполненных с применением данной трубы, соответствует сроку службы стеновой конструкции. Труба подвергается механическим нагрузкам в результате внутреннего давления и тепловому напряжению из-за температур.

В соответствии с характеристиками сшитого полиэтилена PEX рабочий температурный диапазон включает в себя температуры от -30°C до $+95^{\circ}\text{C}$.

Несмотря на то, что при температурах ниже 0°C труба не становится хрупкой, как это происходит с обычно используемыми металлическими трубами, она не может выдерживать огромное напряжение, создаваемое замерзанием и расширением воды внутри трубы.

Если труба Unidelta PEX из сшитого полиэтилена используется в соответствии с предписываемыми условиями, её минимальный срок службы составляет 50 лет. Необходимо подчеркнуть, что испытания на старение и опыт, накопленный в данной сфере деятельности, показывают, что срок службы намного больше указанного.

5.3

Long life

Taking into account the normal pressure and temperature values in private dwellings and thanks to the excellent properties of the Unidelta PEX, pipe systems made up using this material have a life expectancy comparable to that of masonry. A pipe undergoes mechanical stress because of the inside pressure and thermal stress due to the temperature. Considering the property of PEX, the working temperature can range from -30°C to $+95^{\circ}\text{C}$.

At working temperature below 0°C the pipe does not become brittle, as metal pipes typically do. However this does not mean that the pipe can withstand the huge stresses generated by the water freezing and expanding inside the pipe.

If used under the prescribed conditions, Unidelta PEX piping lasts at least 50 years. In fact, ageing tests and long-term experience in the sector indicate an even longer lifespan.



6.

**Трубы Unidelta PEX из сшитого
полиэтилена с барьером EVOH**
Unidelta PEX pipes with EVOH barrier

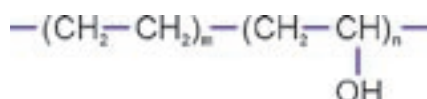
6.1 Барьер EVOH

Все гидравлические системы отопления и охлаждения подвергаются входу кислорода через винтовые соединения, котлы, насосы и газопроницаемые материалы. Кислород может попасть в отопительные установки в таком количестве, что в комбинации с другими факторами, может привести к оказанию нежелательного коррозионного воздействия на металлические и железные компоненты. Проницаемость кислорода (диффузия) – это способность молекул кислорода проходить через материал благодаря его молекулярной структуре и из-за разницы парциального давления кислорода между двумя сторонами. Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена с кислородным барьером значительно снижают измеряемое значение проникающего кислорода. Трубы с барьером используются в закрытых контурах, таких как: напольные или радиаторные системы отопления; а трубы без барьера обычно используются для создания открытых контуров, таких как водоснабжение водой для сантехнических нужд.

6.1.1 Молекулярная структура

Смола, которая создаёт барьер, является сополимером этилена и винилового спирта, который обычно называется EVOH (этиленвиниловый спирт). Она была изначально разработана для упаковки пищевых продуктов или веществ, для которых необходимо сохранять качество во времени, избегая контакта с кислородом. Дело в том, что её характеристики газонепроницаемости выше, чем у любого другого обычного полимера; барьер обеспечивает устойчивость к диффузии не только кислорода, но и других газов, таких как гелий, углекислый газ, азот и т.д. Кроме того, смола используется в упаковках с газовым наполнением, где в качестве газа для хранения содержимого используется азот или углекислый газ и, следовательно, не должно быть утечек этого газа через стенки упаковки.

Молекулярная структура барьера представлена следующей формулой:



6.1 The EVOH barrier

All hydronic heating and cooling systems are subject to oxygen entering through threaded fittings, boilers, pumps and gas-permeable materials. Oxygen can enter heating systems in quantities which, in combination with other factors, can cause undesirable corrosive effects on ferrous metal components. Oxygen permeability (diffusion) is the ability of oxygen molecules to pass through a material due to the material's molecular structure and the partial pressure difference of the oxygen on each side. Unidelta PEX pipes with oxygen diffusion barrier drastically reduce the measurable quantity of oxygen permeation. Barrier pipes are used in close circuits such as radiant floor heating systems and radiator heating systems; non-barrier pipes are generally used in open circuits such as sanitary water distribution systems.

6.1.1 Molecular structure

The resin forming the barrier is a copolymer of ethylene and vinyl alcohol, generally referred to as EVOH. It was firstly developed for wrapping food or substances where the quality had to be maintained through time and thus contact with oxygen avoided. This resin is in fact more impermeable to gases than any other conventional polymers.

The resin acts as a barrier not only to oxygen but also to other gases including helium, carbon dioxide and nitrogen. It is also used in gas-filled packaging applications, where nitrogen and carbon dioxide are used to preserve the content and must not permeate the wrapping.

The molecular structure of the barrier is given by the following formula:

6.1.2

Физико-механические характеристики

Смола, которая образует барьер, обладает высокой механической прочностью и прекрасной эластичностью, как показано в следующей таблице.

6.1.2

Physical and mechanical properties

The resin forming the barrier has a high mechanical resistance and an excellent elasticity as shown by the following table.

Таблица 6.1 - Физико-механические характеристики барьера
Table 6.1 - Physical and mechanical properties of the barrier

Характеристики <i>Properties</i>	Единицы измерения <i>Unit</i>	Значение <i>Value</i>	Метод <i>Method</i>
Объёмная масса <i>Density</i>	Kg/m ³	1190	GTP-013
Содержание этилена <i>Ethylene content</i>	% mol	32	GTP-002
Индекс текучести (210°C / 2,16 кг) <i>Melt flow rate (210°C / 2,16 Kg)</i>	g/10min	1,6	GTP-001
Коэффициент пропускания кислорода (OTR) <i>Oxygen transmission rate (OTR)</i>			
- 20°C, 0% Относительная влажность / <i>relative umidity</i>	cm ³ .20µm/m ² .day.atm	0,2	ASTM D3985
- 20°C, 65% Относительная влажность / <i>relative umidity</i>	cm ³ .20µm/m ² .day.atm	0,4	ASTM D3985
- 20°C, 85% Относительная влажность / <i>relative umidity</i>	cm ³ .20µm/m ² .day.atm	1,5	ASTM D3985
- 20°C, 100% Относительная влажность / <i>relative umidity</i>	cm ³ .20µm/m ² .day.atm	19	ASTM D3985
Прочность при растяжении при текучести (50 мм/мин, 23°C) <i>Tensile strength at yield (50 mm/min, 23°C)</i>	MPa	87	ASTM D638
Модуль упругости при растяжении (50 мм/мин, 23°C) <i>Elongation at break (50 mm/min, 23°C)</i>	%	430	ASTM D638
Относительное удлинение при разрыве (50 мм/мин, 23°C) <i>Tensile creep modulus (50 mm/min, 23°C)</i>	MPa	1690	ASTM D638

6.1.3 Газонепроницаемость

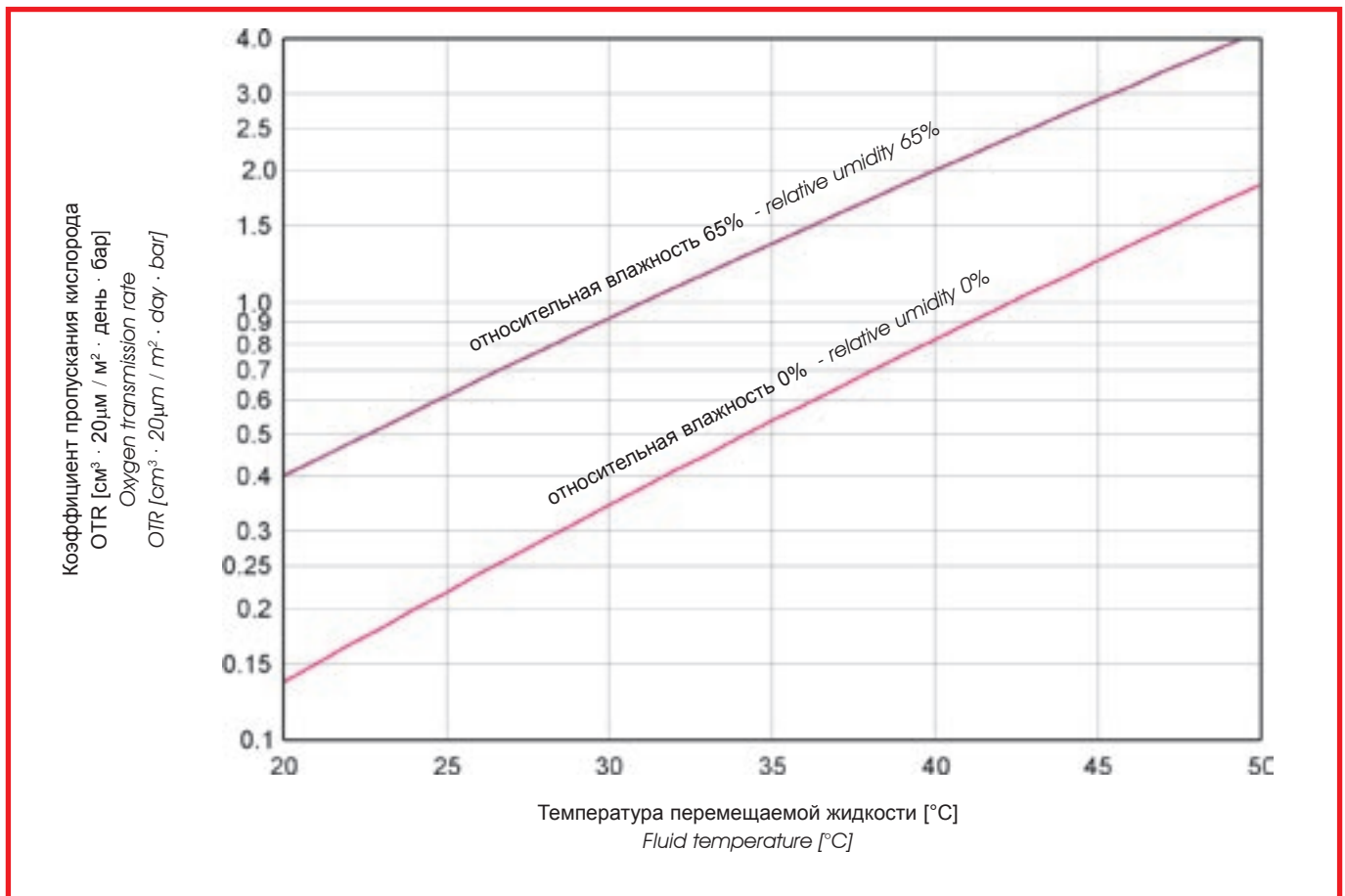
Газонепроницаемость материала указывается с помощью сокращения GTR (Gas Trasmission Rate) и выражается в см³ газа, которые проходят через слой 20 μm данного материала, через площадь равную 1 м² в течение 24 часа. Пропускание кислорода указывается с помощью сокращения OTR: для барьера EVOH увеличивается с ростом относительной влажности и температуры перемещаемой жидкости (диаграмма 6.1).

6.1.3 Impermeability to gas

A material's permeability to gas is indicated by GTR (Gas Transmission Rate) and is expressed in cm³ of gas that permeate a 20 μm of the material through a surface area of 1 m² over a period of 24 hours. Permeability to oxygen is indicated by OTR; for the EVOH barrier increases as the relative humidity and the temperature of the fluid conveyed increase (Diagram 6.1).

Диаграмма 6.1 – Отношение между коэффициентом пропускания кислорода OTR, температурой перемещаемой жидкости и влажностью окружающей среды для барьера EVOH.

Diagram 6.1 - Relation between the oxygen transmission rate (OTR), the temperature of the fluid conveyed and the environmental humidity for EVOH barrier.



6.1.3

В следующей таблице сравниваются коэффициенты пропускания барьера (EVOH) и полиэтилена (PE) для некоторых газов.

6.1.3

The table below compares the transmission coefficients of the barrier (EVOH) and polyethylene (PE) for some gases.

Таблица 6.1 - Коэффициент пропускания газа
Table 6.2 - Gas transmission coefficients

Материал Material	Коэффициент пропускания газа GTR (25°C, относительная влажность 0%) [см ³ ×20 мм/м ² ×день×атм] Gas transmission rate GTR (25°C, 0% relative humidity) [cm ³ ·20 μm/m ² ·day·atm]			
	O ₂	N ₂	CO ₂	He
Барьер GTR _{EVOH} - Barrier GTR _{EVOH}	0,21	0,017	0,81	160
Полиэтилен GTR _{PE} - Polyethylene GTR _{PE}	12000	3100	42000	28000
GTR _{PE} /GTR _{EVOH}	57142	182352	51851	175

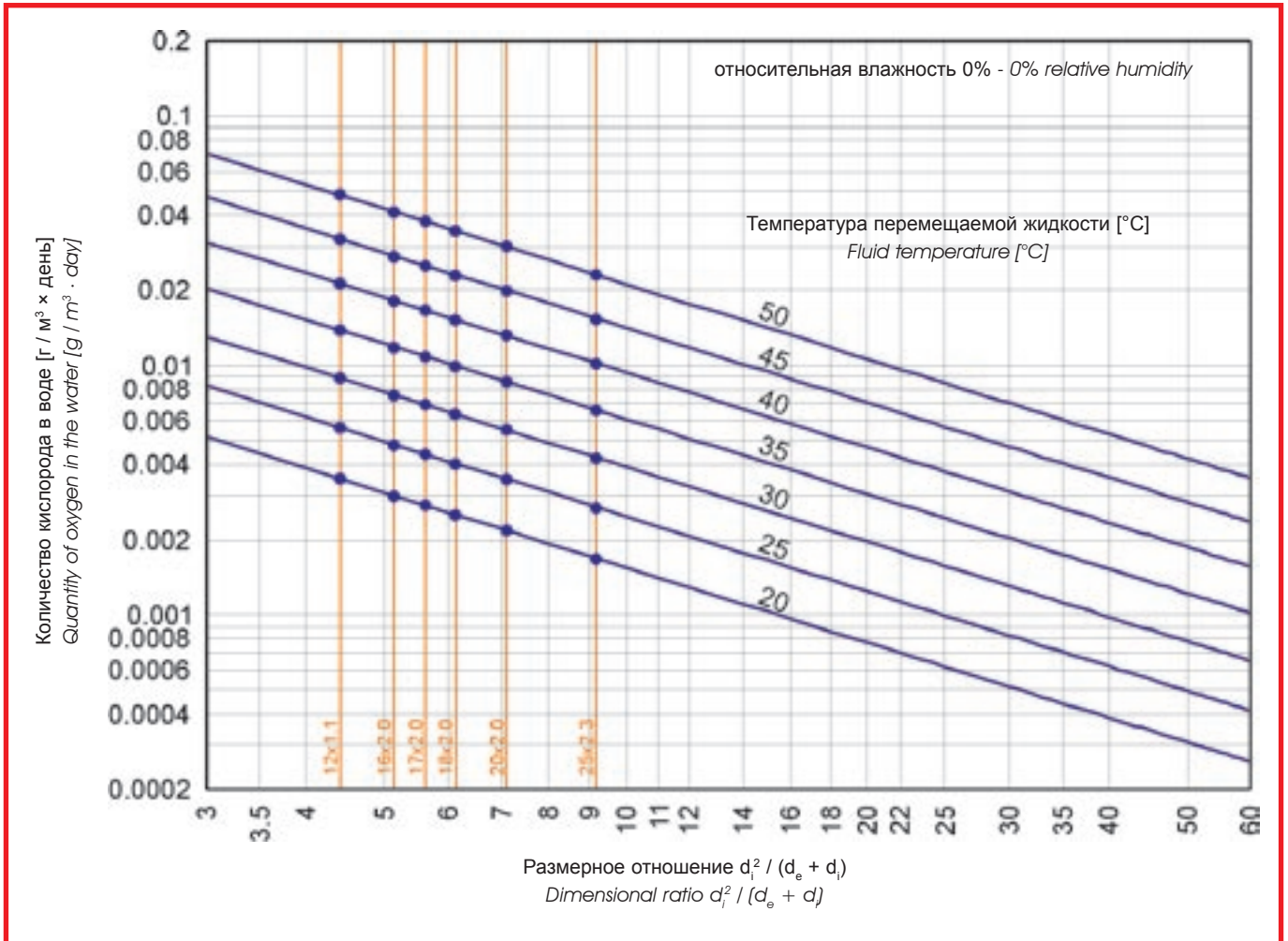
При относительной влажности равной 0% и температуре 25°C степень пропускания кислорода полиэтиленом составляет 12000 см³×20мм/м²×день×атм, а степень пропускания кислорода барьером равняется 0.21 см³×20мм/м²×день×атм, Можно легко установить, что количество кислорода, которое может проникнуть в трубу с барьером сокращается, примерно, в 57000 раз по сравнению с трубой без барьера. В любом случае, необходимо помнить, что существует множество причин, которые способствуют попаданию кислорода в установку, и они не относятся только к трубопроводам из полиэтилена, но и к винтовым соединениям, котлам, насосам и т.д.

С помощью математической модели и на основании опытных значений OTR диаграммы 6.1, в диаграмме 6.2 был выполнен расчёт количества кислорода, выраженный в граммах, которое может проникать за 1 день в 1 м³ воды через слой барьера, в зависимости от температуры воды и размерного отношения трубопровода $d_i^2/(d_e+d_i)$.

With 0% relative humidity at a temperature of 25°C, the oxygen permeability of polyethylene is 12000 cm³·20μm/m²·day·atm and that of the barrier is 0.21 cm³·20μm/m²·day·atm. Clearly, the quantity of oxygen that can enter a barrier pipe is about 57000 times less than with a non-barrier pipe. There are lots of factors causing oxygen to enter the system and they concern not only polyethylene pipes but also threaded fittings, boilers, pumps and so on.

In one day the quantities of oxygen expressed in grams that can permeate 1 m³ of water through the barrier layer according to water temperature and the dimensional ratio of the pipe $d_i^2/(d_e+d_i)$ are set out in Diagram 6.2. They are calculated using a mathematical module and on the basis of the experimental OTR values given in Diagram 6.1.

Диаграмма 6.2 – Количество кислорода, которое проникает в трубу, в зависимости от температуры перемещаемой жидкости и размерного отношения трубы
 Diagram 6.2 - Quantity of oxygen permeating the pipe according to the temperature of the fluid conveyed and the dimensional ratio of the pipe



Выявляется, что данные значения ниже ограничений, установленных в нормативном положении DIN 4726 «Трубы из пластмассового материала для подземных отопительных установок, работающих на горячей воде. Общие требования»

These values are found to be lower than the limit specified by DIN 4726 "Plastic pipes for buried heating and hot water systems. General specification".

6.2 Ассортимент

Unidelta предлагает два типа труб с барьером: труба **TriTerm** (труба из сшитого полиэтилена PEX, состоящая из трёх слоёв с внешним кислородным барьером) и труба **MultiTerm** (труба из сшитого полиэтилена PEX, состоящая из 5 слоёв с внутренним кислородным барьером). Трубы с барьером TriTerm и MultiTerm имеют такие же гидравлические и механические характеристики, как и трубы без барьера **UniTerm** и, следовательно, к ним можно применять те же критерии определения размеров установок и выбора трубопроводов, которые применяются для труб, сделанных только из сшитого полиэтилена. Единственная разница относится к сгибу в горячем состоянии, которого необходимо избегать для труб с кислородным барьером, поскольку чрезмерные и локализованные температуры отопления могут привести к ухудшению состояния барьера с последующим ухудшением характеристик газонепроницаемости трубы.

6.2 The range

Unidelta offers two types of barrier pipes: **TriTerm** (PEX pipe consisting of three layers with external oxygen barrier) and **MultiTerm** (PEX pipe consisting of five layers with internal oxygen barrier). TriTerm and MultiTerm barrier pipes have the same hydronic and mechanical characteristics as the non-barrier **UniTerm** pipes and, therefore, the same installation dimensioning criteria and selection of piping system can be applied as in the case of purely cross-linked polyethylene pipes. The only difference is that hot water pipe curvature must be avoided in oxygen barrier pipes since excessive and localised heating temperatures can cause deterioration of the barrier, resulting in a reduction in the gas impermeability of the pipe.

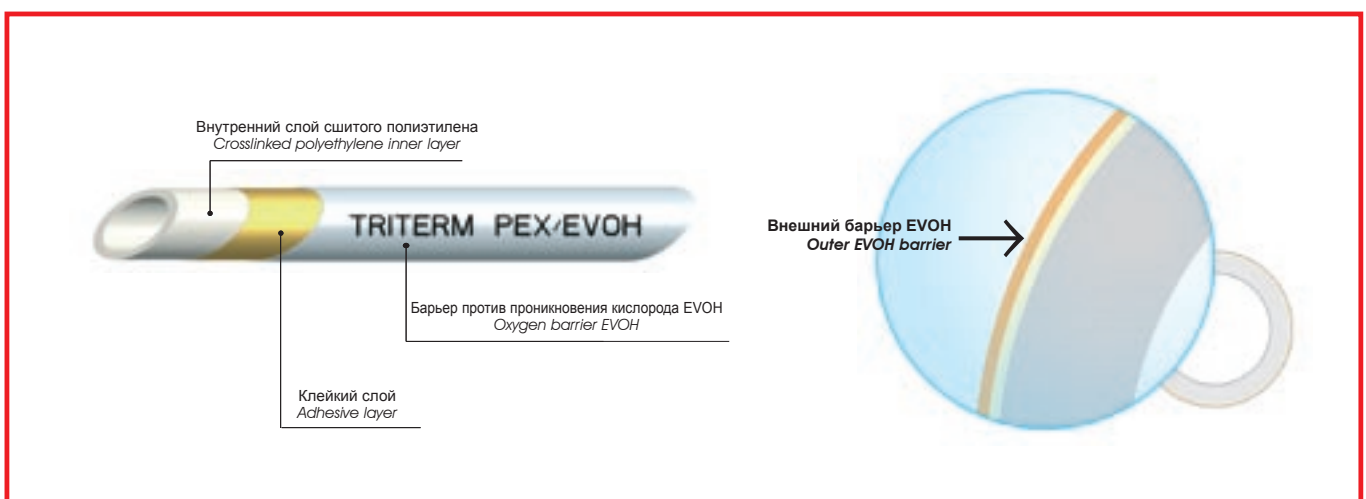
6.2.1 TriTerm

Труба Unidelta TriTerm с барьером против проникновения кислорода имеет три слоя: сшитый полиэтилен, клей и барьер против проникновения газов, сделанный из этиленвинилового спирта (EVOH). Слой барьера находится с внешней стороны трубы, он связан с внутренним слоем из сшитого полиэтилена клеем в результате тепловой реакции. Структура трубы TriTerm показана на рисунке 6.1.

6.2.1 TriTerm

The Unidelta TriTerm oxygen diffusion barrier pipe has three layers: cross-linked polyethylene, adhesive layer and ethylene-vinyl-alcohol (EVOH) gas diffusion barrier. The barrier layer is located outside the pipe and is bonded to the internal PEX layer with the adhesive layer through a thermal reaction. The structure of the TriTerm pipe is illustrated in Figure 6.1.

Рисунок 6.1 - TriTerm
Figure 6.1 - TriTerm



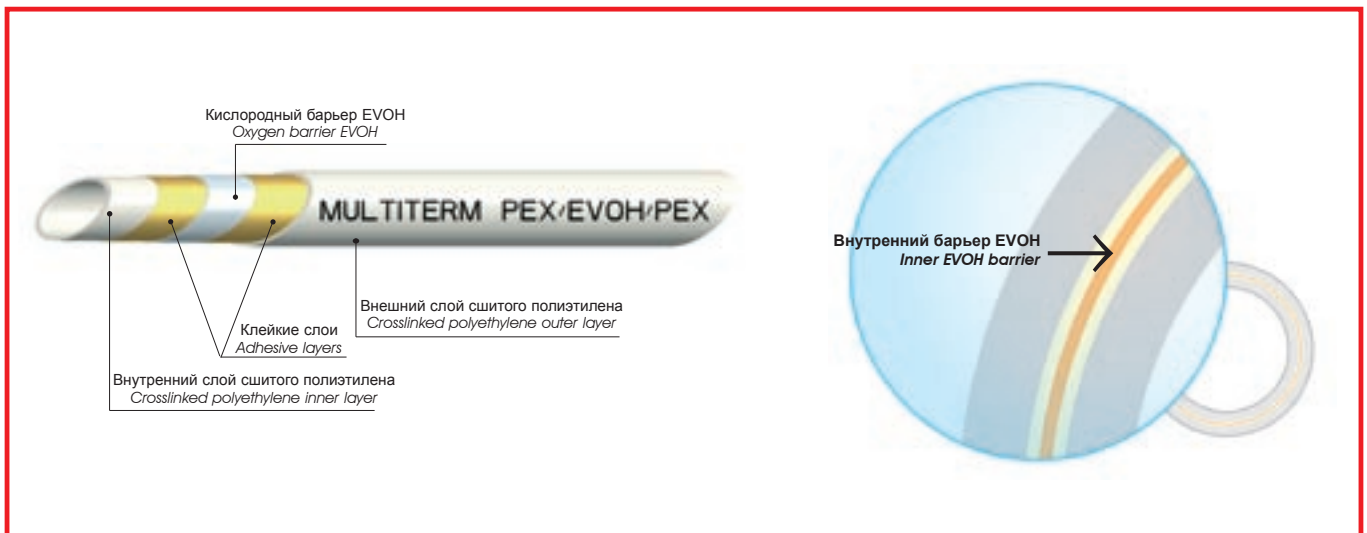
6.2.2 MultiTerm

Труба Unidelta MultiTerm состоит из пяти слоёв: сшитый полиэтилен, клей, барьер против проникновения газов, сделанный из этиленвинилового спирта (EVOH), клей, сшитый полиэтилен. Слои клея связывают два слоя сшитого полиэтилена с центральным слоем барьера тепловой реакцией. Слой барьера труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена находится в середине толщины (buried barrier). Данное решение служит для предотвращения нанесения любых видов повреждений барьеру во время укладки, а также защищает от опасности контакта с окружающей влажностью. Дело в том, что составляющая барьера смола впитывает влагу, и её свойства непроницаемости для кислорода сокращаются при увеличении поглощенной влажности (см. таблицы, относящиеся к характеристикам смолы). Кроме того, в трубе Multiterm материал, вступающий в контакт с внешней средой, является сшитым полиэтиленом, который обладает очень высокой химической стойкостью.

6.2.2 MultiTerm

The Unidelta MultiTerm pipe has five layers: cross-linked polyethylene, adhesive layer, ethylene-vinyl-alcohol (EVOH) gas diffusion barrier, adhesive layer and cross-linked polyethylene. The adhesive layers bind the two cross-linked polyethylene layers to the middle barrier layer by means of a thermal reaction. The barrier layer in Unidelta PEX pipes forms the middle layer (buried barrier). This solution protects the barrier from any risk of cutting during installation or from coming into contact with environmental humidity. The resin which constitutes the barrier is hydrophilious (absorbs humidity) and its oxygen impermeability diminishes with increased humidity absorption (see tables on resin characteristics). Furthermore, the MultiTerm pipe material in contact with the external environment is cross-linked polyethylene which has a high chemical resistance.

Рисунок 6.2 – MultiTerm
Figure 6.2 - MultiTerm





7.

Трубы Unidelta из сшитого полиэтилена

PEX в соответствии с EN ISO 15875

Unidelta PEX pipes according to EN ISO 15875

7.1 Введение

Трубы из сшитого полиэтилена Unidelta PEX, выпущенные в соответствии с EN ISO 15875, предназначены для подачи горячей и холодной воды под давлением. Они подходят для подачи питьевой воды в соответствии с действующим законодательством. Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена EN ISO 15875 могут выпускаться также и с кислородным барьером (EVOH). Кислородный барьер соответствует предписаниям DIN 4726. Механические требования, условия применения и размерные характеристики такие же, как и у труб без барьера, они описываются ниже. В главе 6.1.3 приводится детальная информация о газонепроницаемости.

7.2 Условия применения

Классы применения труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с нормативным постановлением EN ISO 15875 приводятся в следующей таблице. Для каждого размера трубы минимальная продолжительность работы составляет 50 лет, если она будет использоваться в соответствии с условиями применения.

Таблица 7.1 – Классы применения труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена EN ISO 15875
Table 7.1 - Class service conditions of Unidelta PEX pipe according to EN ISO 15875

Класс применения Application class	T_D (°C)	$t \text{ a } T_D$ (годы) (years)	T_{\max} (°C)	$t \text{ a } T_{\max}$ (годы) (years)	T_{mal} (°C)	$t \text{ a } T_{\text{mal}}$ (часы) (hours)	Область типового применения Typical application field
Холодная вода Cold water	20	50	-	-	-	-	Холодная санитарно-техническая вода Cold hydro-sanitary water
1 ^(a)	60	49	80	1	95	100	Горячая вода для сантехнических нужд (60°C) Hot sanitary water (60°C)
2 ^(a)	70	49	80	1	95	100	Горячая вода для сантехнических нужд (70°C) Hot sanitary water (70°C)
4 ^(b)	20	2,5	70	2,5	100	100	Низкотемпературное напольное и радиаторное отопление Underfloor and low temperature radiator heating
	+						
	40	20					
5 ^(b)	+		90	1	100	100	Высокотемпературное радиаторное отопление High temperature radiator heating
	20	14					
	+						
	60	25					
	+						
	80	10					

(a) Выбор между классами 1 и 2 осуществляется на основании национальных правил.

(a) Selection between categories 1 and 2 must be on the basis of national regulations

(b) Для классов 4 и 5 время можно суммировать, так как указываются несколько расчётных температур

(b) Since more than one design temperature is indicated for categories 4 and 5, times must be totalled

7.1 Introduction

Unidelta cross-linked polyethylene PEX pipes manufactured according to EN ISO 15875 are used to carry pressurised hot and cold water. They are suitable for drinking water in accordance with regulations in force. Unidelta PEX pipes according to EN ISO 15875 can also be manufactured with an oxygen barrier (EVOH). The oxygen barrier satisfies DIN 4726 prescriptions. The mechanical requirements, conditions of use and dimensional characteristics are equivalent to those of pipes without barrier and are indicated below. See Section 6.1.3 for further information on gas impermeability.

7.2 Conditions of use

The application categories of Unidelta PEX pipes according to EN ISO 15875 are provided in the tables below. Within the fields of application provided for by the standard, the minimum lifespan for each pipe dimension is 50 years.

7.2

Где:

- t** Время
- T_D** Рабочая температура или сочетание рабочих температур
- T_{max}** Максимальная рабочая температура. Наиболее высокое значение рабочей температуры, которая допускается только в течение короткого промежутка времени.
- T_{mal}** Температура плохого функционирования. Самое высокое значение температуры, которое может отмечаться, когда системы контроля находятся в аварийном состоянии.

Для определения максимального рабочего давления, в зависимости от размеров трубы и класса применения, необходимо использовать следующие таблицы. Кроме того, необходимо учитывать, что для подачи холодной воды при температуре 20°C, для труб, выполненных в соответствии с нормативным постановлением EN ISO 15875, было предусмотрено максимальное рабочее давление равное 10 бар.

7.2

Where:

- t** time
- T_D** Operating temperature or combination of operating temperatures
- T_{max}** Max. operating temperature. The highest operating temperature value permitted only for a brief period.
- T_{mal}** Malfunction temperature. The highest temperature value possible when control systems malfunction.

Refer to the following table in order to determine the maximum operating pressure based on pipe dimensions and class of application. Furthermore, consider that a maximum operating pressure of 10 bar is permitted for the transport of cold water at a temperature of 20°C in all pipes manufactured according to EN ISO 15875.

Таблица 7.2a – Максимальное рабочее давление: трубы класса A S5 EN ISO 15875
Table 7.2a - Maximun working temperature: class A pipe S5 EN ISO 15875

Размер трубы Pipe dimension	Класс применения Application class			
	1 (bar)	2 (bar)	4 (bar)	5 (bar)
Трубы класса A S5 EN ISO 15875 - Class A pipe S5 EN ISO 15875				
Ø12x1,1	6	6	8	6
Ø16x1,5	6	6	8	6
Ø20x1,9	6	6	8	6
Ø25x2,3	6	6	8	6
Ø32x2,9	6	6	8	6
Ø40x3,7	6	6	8	6
Ø50x4,6	6	6	8	6
Ø63x5,8	6	6	8	6
Ø75x6,8	6	6	8	6
Ø90x8,2	6	6	8	6
Ø110x10	6	6	8	6

Таблица 7.2b - Максимальное рабочее давление: трубы класса A S4 EN ISO 15875
Table 7.2b - Maximun working temperature: class A pipes S4 EN ISO 15875

Dimensione del tubo Pipe dimension	Classe di applicazione Application class			
Трубы класса A S4 EN ISO 15875 - Class A pipes S4 EN ISO 15875				
Ø16x1,8	8	8	10	8

Таблица 7.2с - Максимальное рабочее давление: трубы класса A S3,2 EN ISO 15875
 Table 7.2c - Maximum working temperature: class A pipe S3,2 EN ISO 15875

Размер трубы <i>Pipe dimension</i>	Класс применения <i>Application class</i>			
	1 (bar)	2 (bar)	4 (bar)	5 (bar)
Трубы класса A S3,2 EN ISO 15875 - Class A pipe S3,2 EN ISO 15875				
Ø12x1,7	10	10	10	10
Ø16x2,2	10	10	10	10
Ø20x2,8	10	10	10	10
Ø25x3,5	10	10	10	10
Ø32x4,4	10	10	10	10
Ø40x5,5	10	10	10	10
Ø50x6,9	10	10	10	10
Ø63x8,6	10	10	10	10
Ø75x10,3	10	10	10	10
Ø90x12,3	10	10	10	10
Ø110x15,1	10	10	10	10

Таблица 7.2d - Максимальное рабочее давление: трубы класса B1 EN ISO 15875
 Table 7.2d - Maximum working temperature: class B1 pipe EN ISO 15875

Размер трубы <i>Pipe dimension</i>	Класс применения <i>Application class</i>			
	1 (bar)	2 (bar)	4 (bar)	5 (bar)
Трубы класса B1 EN ISO 15875 - Class B1 pipes S5 EN ISO 15875				
Ø10x1,5	10	10	10	10
Ø15x1,5	8	8	8	6
Ø15x2,5	10	10	10	10
Ø18x2,5	10	10	10	10
Ø22x2	6	6	8	6
Ø22x3	10	10	10	8
Ø28x2,6	6	6	8	6
Ø28x4	10	10	10	10

Таблица 7.2е - Максимальное рабочее давление: трубы класса C EN ISO 15875
 Table 7.2e - Maximum working temperature: class C pipes EN ISO 15875

Размер трубы <i>Pipe dimension</i>	Класс применения <i>Application class</i>			
	1 (bar)	2 (bar)	4 (bar)	5 (bar)
Трубы класса C EN ISO 15875 - Class C pipes EN ISO 15875				
Ø12x2	10	10	10	10
Ø16x2	10	10	10	8
Ø17x2	10	8	10	8
Ø18x2	8	8	10	8
Ø20x2	8	6	8	6

7.3 Проверки качества

Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, выпущенные в соответствии со стандартом EN ISO 15875, должны соответствовать многочисленным требованиям и пройти строгие проверки (см. таблицу 7.3).

7.3 Quality controls

Unidelta PEX pipes manufactured in accordance with EN ISO 15875 must satisfy numerous requirements and pass strict tests (see Table 7.3).

Таблица 7.3 – Физико-механические требования для труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с EN ISO 15875
Table 7.3 - Physical and mechanical requirements of Unidelta PEX pipes to EN ISO 15875

Требование Requirement	Единицы измерения Unit	Значение Value
Определение продольной усадки Longitudinal reversion	%	≤3
Степень сшивания Grade of cross-linking	%	≥65
Тепловая стабильность при испытаниях гидростатическим давлением Thermal stability by hydrostatic pressure testing ($\sigma=2,5\text{MPa}$, 110°C , $>8760\text{ h}$) ^(c)	часы / hours	>8760
Устойчивость к внутреннему давлению Resistance to inner pressure ($\sigma=12\text{MPa}$, 20°C , $>1\text{h}$) ^(c)	часы / hours	>1
Устойчивость к внутреннему давлению Resistance to inner pressure ($\sigma=4,8\text{MPa}$, 95°C , $>1\text{h}$) ^(c)	часы / hours	>1
Устойчивость к внутреннему давлению Resistance to inner pressure ($\sigma=4,7\text{MPa}$, 95°C , $>22\text{h}$) ^(c)	часы / hours	>22
Устойчивость к внутреннему давлению Resistance to inner pressure ($\sigma=4,6\text{MPa}$, 95°C , $>165\text{h}$) ^(c)	часы / hours	>165
Устойчивость к внутреннему давлению Resistance to inner pressure ($\sigma=4,4\text{MPa}$, 95°C , $>1000\text{h}$) ^(c)	часы / hours	>1000

$$^{(c)} \sigma = P \times (d_e - e) / 20e$$

Физические характеристики полимерных материалов проверяются при поступлении и имеют сертификат поставщика. Во время производства постоянно проверяются размеры труб с помощью специальных ультразвуковых инструментов и оператором, который периодически контролирует, чтобы размеры не выходили за рамки предписанных допусков.

На производственной линии выполняется тщательная проверка всех параметров процесса с помощью сверхсовременных электронных приборов.

The physical characteristics of the polymeric materials are checked upon delivery and are certified by the supplier. During production the pipe dimensions are continuously checked with appropriate ultrasound instruments and by the operators who verify at regular time intervals that the dimensions are within the prescribed tolerances.

All process parameters on the production line are closely monitored by means of sophisticated equipment.

7.4 Характеристики размеров

Характеристики размеров труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с EN ISO 15875 приводятся в следующих таблицах, где:

d_e	Внешний диаметр
e	Толщина
d_i	Внутренний диаметр
Ar	Участок сечения трубы
Au	Участок полезного сечения прохода
J	Геометрический момент инерции по отношению к диаметральной оси
Pt	Вес линейного метра трубы
Vf	Объем жидкости, содержащейся в одном линейном метре
Versioni	Имеющиеся версии трубы PEX из сшитого полиэтилена

7.4 Dimensional features

The dimensional features of Unidelta PEX pipes to UNE EN ISO 15875 are set out in the following table where:

d_e	Outer diameter
e	Thickness
d_i	Inner diameter
Ar	Pipe cross-section area
Au	Useful flow area
J	Geometric moment of inertia with respect to a diameter axis
Pt	Pipe weight per linear metre
Vf	Volume of fluid contained per linear metre
Versioni	Version of PEX pipe available

Таблица 7.4а – Труба Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, Класс А S5 в соответствии с EN ISO 15875
Table 7.4a - Unidelta PEX Pipe Classe A S5 according to EN ISO 15875

d _e (mm)	e (mm)	d _i (mm)	Ar (cm ²)	Au (cm ²)	J (cm ⁴)	Pt (Kg/m)	Vf (l/m)	Versioni
12 ₀ ^{+0,3}	1,1 ₀ ^{+0,3}	9,8	0,38	0,75	5,65·10 ⁻²	0,036	0,075	UniTerm TriTerm
16 ₀ ^{+0,3}	1,5 ₀ ^{+0,3}	13,0	0,68	1,33	1,815·10 ⁻¹	0,065	0,133	UniTerm MultiTerm
20 ₀ ^{+0,3}	1,9 ₀ ^{+0,3}	16,2	1,08	2,06	4,473·10 ⁻¹	0,103	0,206	UniTerm MultiTerm
25 ₀ ^{+0,3}	2,3 ₀ ^{+0,4}	20,4	1,64	3,27	1,067·10 ⁰	0,157	0,327	UniTerm MultiTerm
32 ₀ ^{+0,3}	2,9 ₀ ^{+0,4}	26,2	2,65	5,39	2,834·10 ⁰	0,539	0,539	UniTerm MultiTerm
40 ₀ ^{+0,4}	3,7 ₀ ^{+0,5}	32,6	4,22	8,35	7,022·10 ⁰	0,835	0,835	UniTerm
50 ₀ ^{+0,5}	4,6 ₀ ^{+0,6}	40,8	6,56	13,07	1,708·10 ¹	1,317	1,317	UniTerm
63 ₀ ^{+0,6}	5,8 ₀ ^{+0,7}	51,4	10,42	20,75	4,306·10 ¹	2,075	2,075	UniTerm
75 ₀ ^{+0,7}	6,8 ₀ ^{+0,8}	61,4	14,57	29,61	8,555·10 ¹	2,961	2,961	UniTerm
90 ₀ ^{+0,9}	8,2 ₀ ^{+1,0}	73,6	21,07	42,54	1,780·10 ²	4,254	4,254	UniTerm
110 ₀ ^{+1,0}	10,0 ₀ ^{+1,1}	90,0	31,42	63,62	3,966·10 ²	6,362	6,362	UniTerm

Таблица 7.4б - Труба Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, Класс А S4 в соответствии с EN ISO 15875
Table 7.4b - Unidelta PEX Pipe Classe A S4 according to EN ISO 15875

d _e (mm)	e (mm)	d _i (mm)	Ar (cm ²)	Au (cm ²)	J (cm ⁴)	Pt (Kg/m)	Vf (l/m)	Versioni
16 ₀ ^{+0,3}	1,8 ₀ ^{+0,3}	12,4	0,80	1,21	2,056·10 ⁻¹	0,076	0,121	UniTerm MultiTerm

7.4

7.4

Таблица 7.4с - Труба Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, Класс А S3,2 в соответствии с EN ISO 15875
 Table 7.4с - Unidelta PEX Pipe Classe A S3,2 according to EN ISO 15875

d_e (mm)	e (mm)	d_i (mm)	Ar (cm ²)	Au (cm ²)	J (cm ⁴)	Pt (Kg/m)	Vf (l/m)	Versioni
12 ₀ ^{+0.3}	1,7 ₀ ^{+0.3}	8,4	0,55	0,58	7,494·10 ⁻²	0,052	0,058	UniTerm
16 ₀ ^{+0.3}	2,2 ₀ ^{+0.4}	11,6	0,95	1,06	2,328·10 ⁻¹	0,091	0,106	UniTerm MultiTerm
20 ₀ ^{+0.3}	2,8 ₀ ^{+0.5}	14,4	1,51	1,63	5,743·10 ⁻¹	0,144	0,163	UniTerm MultiTerm
25 ₀ ^{+0.3}	3,5 ₀ ^{+0.5}	18,0	2,36	2,54	1,402·10 ⁰	0,225	0,254	UniTerm MultiTerm
32 ₀ ^{+0.3}	4,4 ₀ ^{+0.6}	23,2	3,82	4,23	3,725·10 ⁰	0,328	0,423	UniTerm MultiTerm
40 ₀ ^{+0.4}	5,5 ₀ ^{+0.7}	29,0	5,96	6,61	9,095·10 ⁰	0,569	0,661	UniTerm
50 ₀ ^{+0.5}	6,9 ₀ ^{+0.8}	36,2	9,34	10,29	2,225·10 ¹	0,892	1,029	UniTerm
63 ₀ ^{+0.6}	8,6 ₀ ^{+1.0}	45,8	14,70	16,47	5,573·10 ¹	1,404	1,647	UniTerm
75 ₀ ^{+0.7}	10,3 ₀ ^{+1.2}	54,4	20,94	23,24	1,123·10 ²	2,001	2,324	UniTerm
90 ₀ ^{+0.9}	12,3 ₀ ^{+1.4}	65,4	30,02	33,59	2,323·10 ²	2,867	3,359	UniTerm
110 ₀ ^{+1.0}	15,1 ₀ ^{+1.7}	79,8	45,02	50,01	5,196·10 ²	4,299	5,001	UniTerm

Таблица 7.4d - Труба Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, Класс В1 в соответствии с EN ISO 15875
 Table 7.4d - Unidelta PEX Pipe Classe B1 according to EN ISO 15875

d_e (mm)	e (mm)	d_i (mm)	Ar (cm ²)	Au (cm ²)	J (cm ⁴)	Pt (Kg/m)	Vf (l/m)	Versioni
10 _{+0.2} ^{-0.1}	1,5 ₀ ^{+0.3}	7,0	0,40	0,38	3,730·10 ⁻²	0,039	0,038	MultiTerm
10 _{+0.2} ^{-0.1}	1,8 _{+0.2} ^{-0.1}	6,4	0,46	0,32	4,085·10 ⁻²	0,044	0,032	UniTerm MultiTerm
15 _{+0.2} ^{-0.1}	1,5 ₀ ^{+0.3}	12,0	0,64	1,13	1,467·10 ⁻¹	0,061	0,113	MultiTerm
15 _{+0.2} ^{-0.1}	2,5 _{+0.3} ^{-0.1}	10,0	0,98	0,79	1,994·10 ⁻¹	0,094	0,079	UniTerm MultiTerm
18 _{+0.2} ^{-0.1}	2,5 _{+0.3} ^{-0.1}	13,0	1,22	1,33	3,751·10 ⁻¹	0,117	0,133	UniTerm MultiTerm
22 _{+0.2} ^{-0.1}	2,0 ₀ ^{+0.3}	18,0	1,26	2,54	6,346·10 ⁻¹	0,120	0,254	UniTerm MultiTerm
22 _{+0.2} ^{-0.1}	3,0 _{+0.3} ^{-0.1}	16,0	1,79	2,01	8,282·10 ⁻¹	0,171	0,201	UniTerm MultiTerm
28 _{+0.2} ^{-0.1}	2,6 ₀ ^{+0.4}	22,8	2,07	4,08	1,691·10 ⁰	0,198	0,408	UniTerm MultiTerm
28 _{+0.2} ^{-0.1}	4 _{+0.4} ^{-0.1}	20,0	3,02	3,14	2,232·10 ⁰	0,288	0,314	UniTerm MultiTerm

Таблица 7.4е - Труба Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, Класс С в соответствии с EN ISO 15875
 Table 7.4e - Unidelta PEX Pipe Classe C according to EN ISO 15875

d_e (mm)	e (mm)	d_i (mm)	Ar (cm ²)	Au (cm ²)	J (cm ⁴)	Pf (Kg/m)	Vf (l/m)	Versioni
$12_{0}^{+0,3}$	$2,0_{0}^{+0,3}$	8,0	0,63	0,50	$8,168 \cdot 10^{-2}$	0,061	0,050	UniTerm MultiTerm
$16_{0}^{+0,3}$	$2,0_{0}^{+0,3}$	12,0	0,88	1,13	$2,199 \cdot 10^{-1}$	0,084	0,113	UniTerm TriTerm MultiTerm
$17_{0}^{+0,3}$	$2,0_{0}^{+0,3}$	13,0	0,94	1,33	$2,698 \cdot 10^{-1}$	0,090	0,133	UniTerm TriTerm MultiTerm
$18_{0}^{+0,3}$	$2,0_{0}^{+0,3}$	14,0	1,01	1,54	$3,267 \cdot 10^{-1}$	0,965	0,154	UniTerm TriTerm MultiTerm
$20_{0}^{+0,3}$	$2,0_{0}^{+0,3}$	16,0	1,13	2,01	$4,637 \cdot 10^{-1}$	0,108	0,201	UniTerm TriTerm MultiTerm

7.5 Маркировка

Маркировка труб Unidelta PEX UniTerm из сшитого полиэтилена, в соответствии со стандартом EN ISO 15875, выполняется на каждом метре и содержит всю информацию, которая относится к характеристикам размеров и применению трубы, а также данные, необходимые для прослеживаемости изделия (Рисунок 7.1).

а) 12 м, партия 200900352

12 м обозначает количество метров с начала рулона (каждый метр в рулоне нумеруется по возрастанию), а партия 200900352 обозначает номер партии.

б) UNIDELTA UNITERM - EN ISO 15875

Однослойная труба (UniTerm), выпущенная компанией Unidelta, в соответствии со стандартом EN ISO 15875.

в) C - PE-Xb Ø17x2

Труба размерного класса C, сделанная из сшитого полиэтилена PEX с силанами, с внешним диаметром равным 17 мм и толщиной 2 мм.

г) Класс 5/8 бар Класс 4/10 бар

Труба с классом применения 5, с расчётным давлением 8 бар или с классом применения 4, с расчётным давлением 10 бар.

д) 03/02/09 14:18

03 – день выпуска, 02 – месяц выпуска, 09 – год выпуска, 14:18 – время выпуска.

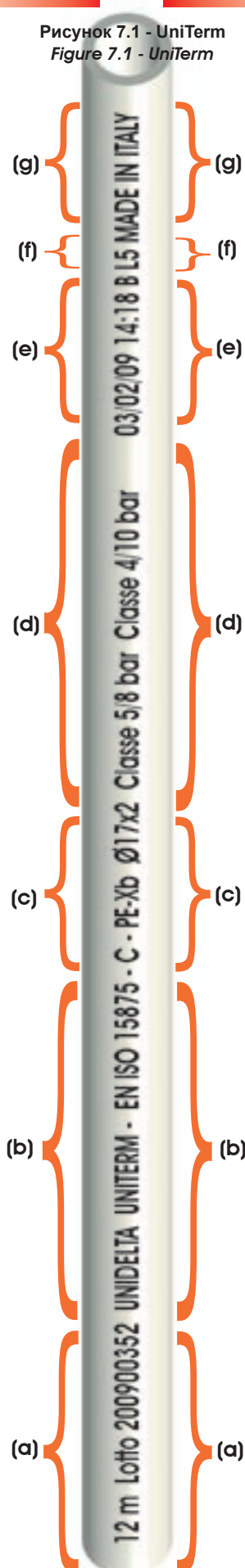
е) B L5

B – это одна из трёх производственных смен (A, B, C), L5 – это линия экструзии, на которой была выпущена труба.

ж) MADE IN ITALY

Трубы Unidelta выпускаются в Италии

Рисунок 7.1 - UniTerm
Figure 7.1 - UniTerm



7.5 Marking

Every metre of Unidelta UniTerm PEX pipe produced according to the standard EN ISO 15875 is marked and full details are given as to pipe's dimensions and applications together with other information necessary to find the product (Figure 7.1).

a) 12 m Lot 200900352

12m indicates the number of metres from the beginning of the coil (the metres of each coil are numbered progressively) and Lot 200900352 indicates the lot number.

b) UNIDELTA UNITERM - EN ISO 15875

Single layer pipe (UniTerm) manufactured by Unidelta in accordance with EN ISO 15875.

c) C - PE-Xb Ø17x2

Dimensional category C, cross-linked PEX pipe manufactured with silanes, external diameter equal to 17mm and thickness 2mm.

d) Classe 5/8 bar Classe 4/10 bar

Application category 5 pipe with design pressure of 8 bar, or application category 4 pipe with design pressure of 10 bar.

e) 03/02/09 14:18

03 indicates the day, 02 the month, 09 the year and 14:18 the time of production.

f) B L5

B is one of the three production shifts (A, B, C), L5 indicates the extrusion line from which the product was manufactured.

g) MADE IN ITALY

Unidelta pipes are manufactured in Italy.

7.5

Маркировка труб Unidelta PEX TriTerm из сшитого полиэтилена, в соответствии со стандартом EN ISO 15875, выполняется на каждом метре и содержит всю информацию, относящуюся к характеристикам размеров и применению трубы, а также данные, необходимые для прослеживаемости изделия (Рисунок 7.2).

a) 12 м, партия 200900352

12 м обозначает количество метров с начала рулона (каждый метр в рулоне нумеруется по возрастанию), а партия 200900352 обозначает номер партии.

b) UNIDELTA TRITERM PEX/EVOH OXYGEN BARRIER PIPE EN ISO 15875

Трёхслойная труба (TriTerm), выпущенная компанией Unidelta, в соответствии со стандартом EN ISO 15875.

c) C - PE-Xb Ø17x2

Труба размерного класса C, сделанная из сшитого полиэтилена PEX с силанами, с внешним диаметром равным 17 мм и толщиной 2 мм.

d) Класс 5/8 бар Класс 4/10 бар

Труба с классом применения 5, с расчётным давлением 8 бар или с классом применения 4, с расчётным давлением 10 бар.

e) 03/02/09 14:18

03 – день выпуска, 02 – месяц выпуска, 09 – год выпуска, 14:18 – время выпуска.

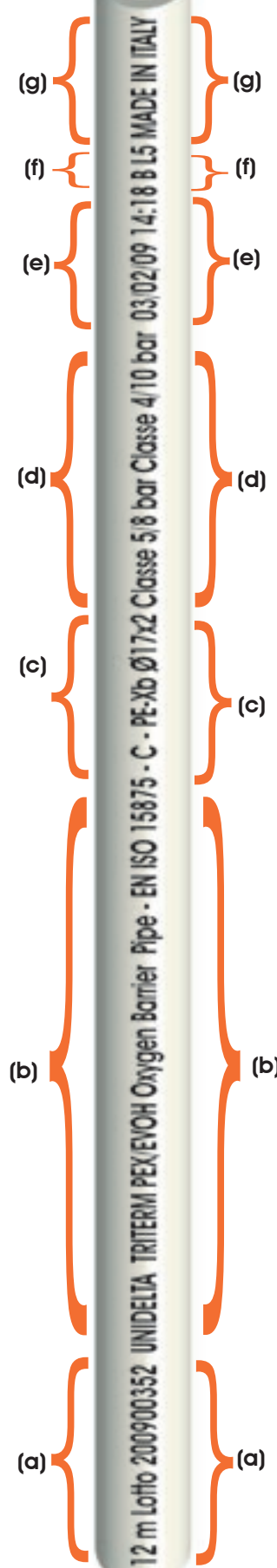
f) B L5

B – это одна из трёх производственных смен (A, B, C), L5 – это линия экструзии, на которой была выпущена труба.

g) MADE IN ITALY

Трубы Unidelta выпускаются в Италии.

Рисунок 7.2 - TriTerm
Figure 7.2 - TriTerm



7.5

Every metre of Unidelta TriTerm PEX pipe produced according to the standard EN ISO 15875 is marked and full details are given as to pipe's dimensions and applications together with other information necessary to find the product (Figure 7.2).

a) 12 m Lot 200900352

12m indicates the number of metres from the beginning of the coil (the metres of each coil are numbered progressively) and Lot 200900352 indicates the lot number.

b) UNIDELTA TRITERM PEX/EVOH OXYGEN BARRIER PIPE EN ISO 15875

Three layer pipe (TriTerm) manufactured by Unidelta in accordance with EN ISO 15875.

The pipe has a barrier against oxygen diffusion.

c) C - PE-Xb Ø17x2

Dimensional category C, cross-linked PEX pipe manufactured with silanes, external diameter equal to 17mm and thickness 2mm.

d) Classe 5/8 bar Classe 4/10 bar

Application category 5 pipe with design pressure of 8 bar, or application category 4 pipe with design pressure of 10 bar.

e) 03/02/09 14:18

03 indicates the day, 02 the month, 09 the year and 14:18 the time of production.

f) B L5

B is one of the three production shifts (A, B, C), L5 indicates the extrusion line from which the product was manufactured.

g) MADE IN ITALY

Unidelta pipes are manufactured in Italy.

7.5

Маркировка труб Unidelta PEX MultiTerm из сшитого полиэтилена, в соответствии со стандартом EN ISO 15875, выполняется на каждом метре и содержит всю информацию, относящуюся к характеристикам размеров и применению трубы, а также данные, необходимые для прослеживаемости изделия (Рисунок 7.3).

а) 12 м, партия 200900352

12 м обозначает количество метров с начала рулона (каждый метр в рулоне нумеруется по возрастанию), а партия 200900352 обозначает номер партии.

б) UNIDELTA MULTITERM PEX/EVOH/PEX OXYGEN BARRIER PIPE EN ISO 15875

Пятислойная труба (TriTerm), выпущенная компанией Unidelta, в соответствии со стандартом EN ISO 15875.

Труба имеет барьер, предотвращающий проникновение кислорода.

в) C - PE-Xb Ø17x2

Труба размерного класса C, сделанная из сшитого полиэтилена PEX с силанами, с внешним диаметром равным 17 мм и толщиной 2 мм.

г) Класс 5/8 бар Класс 4/10 бар

Труба с классом применения 5, с расчётным давлением 8 бар или с классом применения 4, с расчётным давлением 10 бар.

д) 03/02/09 14:18

03 – день выпуска, 02 – месяц выпуска, 09 – год выпуска, 14:18 – время выпуска.

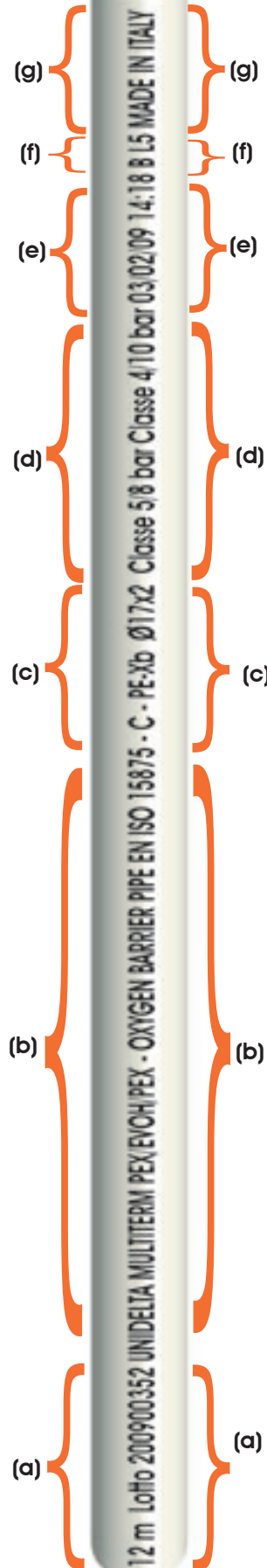
е) B L5

B – это одна из трёх производственных смен (A, B, C), L5 – это линия экструзии, на которой была выпущена труба.

ж) MADE IN ITALY

Трубы Unidelta выпускаются в Италии.

Рисунок 7.3 - MultiTerm
Figura 7.3 - MultiTerm



7.5

Every metre of Unidelta MultiTerm PEX pipe produced according to EN ISO 15875 is marked and full details are given as to pipe's dimensions and applications together with other information necessary to find the product (Figure 7.3).

a) 12 m Lot 200900352

12m indicates the number of metres from the beginning of the coil (the metres of each coil are numbered progressively) and Lot 200900352 indicates the lot number.

b) UNIDELTA MULTITERM PEX/EVOH/PEX OXYGEN BARRIER PIPE EN ISO 15875

Five layer pipe (MultiTerm) manufactured by Unidelta in accordance with EN ISO 15875.

The pipe has a barrier against oxygen diffusion.

c) C - PE-Xb Ø17x2

Dimensional category C, cross-linked PEX pipe manufactured with silanes, external diameter equal to 17mm and thickness 2mm.

d) Category 5/8 bar Category 4/10 bar

Application category 5 pipe with design pressure of 8 bar, or application category 4 pipe with design pressure of 10 bar.

e) 03/02/09 14:18

03 indicates the day, 02 the month, 09 the year and 14:18 the time of production.

f) B L5

B is one of the three production shifts (A, B, C), L5 indicates the extrusion line from which the product was manufactured.

g) MADE IN ITALY

Unidelta pipes are manufactured in Italy.

7.6 Потери нагрузки

7.6 Head losses

Диаграмма 7.1 - Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с EN ISO 15875: потери нагрузки при воде с температурой 10°C
 Diagram 7.1 - Unidelta PEX pipe according to EN ISO 15875: head loss with water at 10°C

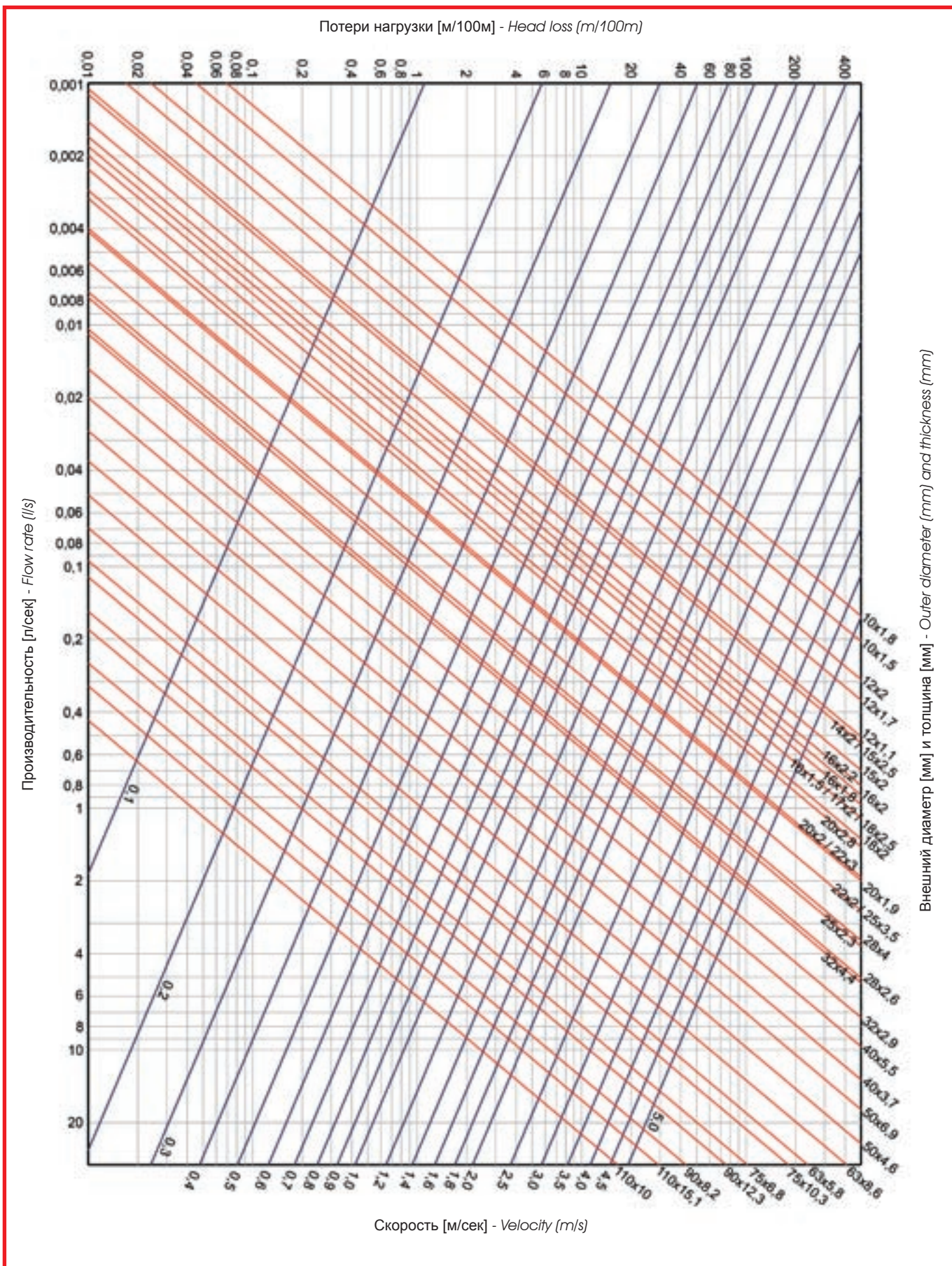


Диаграмма 7.2 - Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с EN ISO 15875: потери нагрузки при воде с температурой 50°C
 Diagram 7.2 - Unidelta PEX pipe according to EN ISO 15875: head loss with water at 50°C

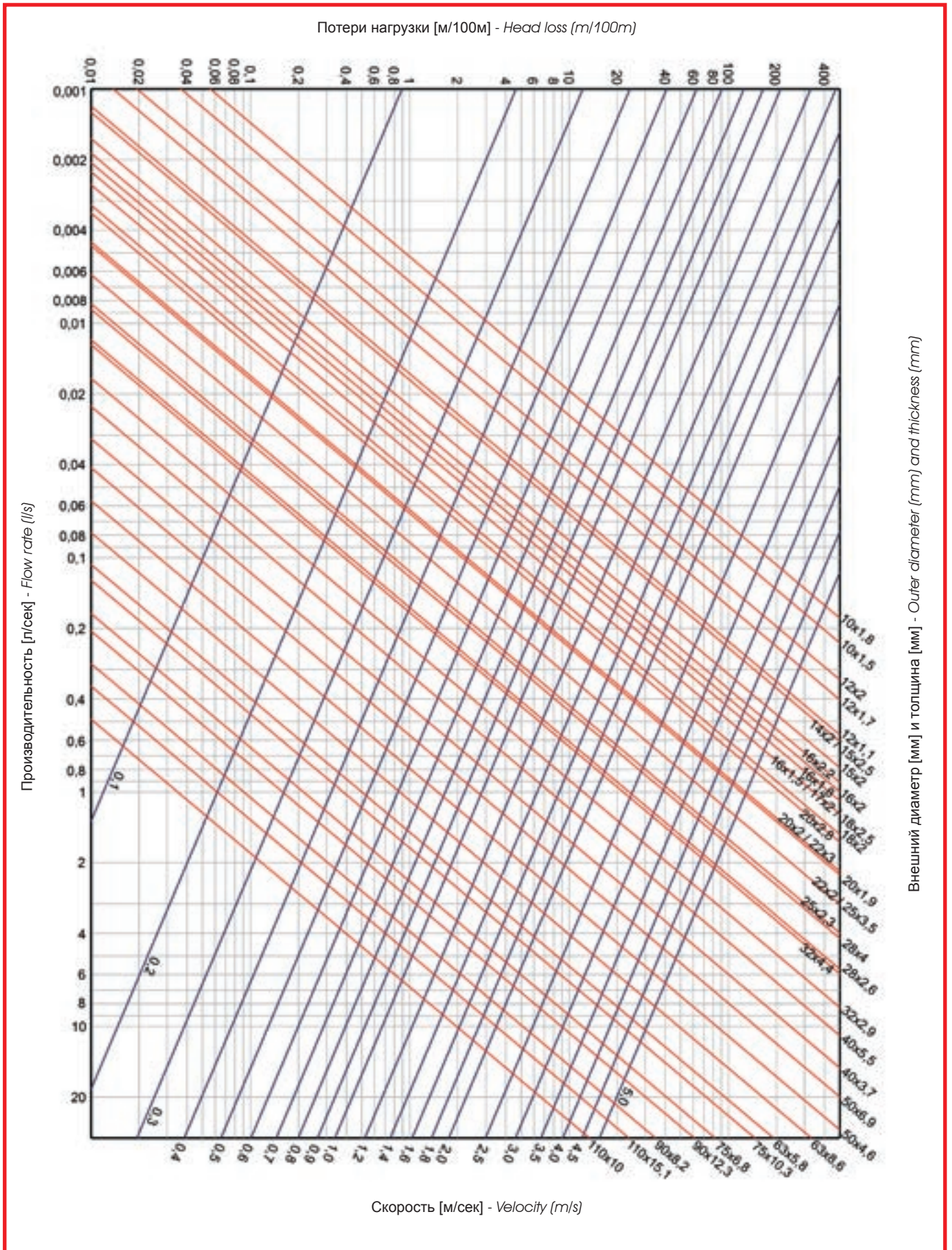
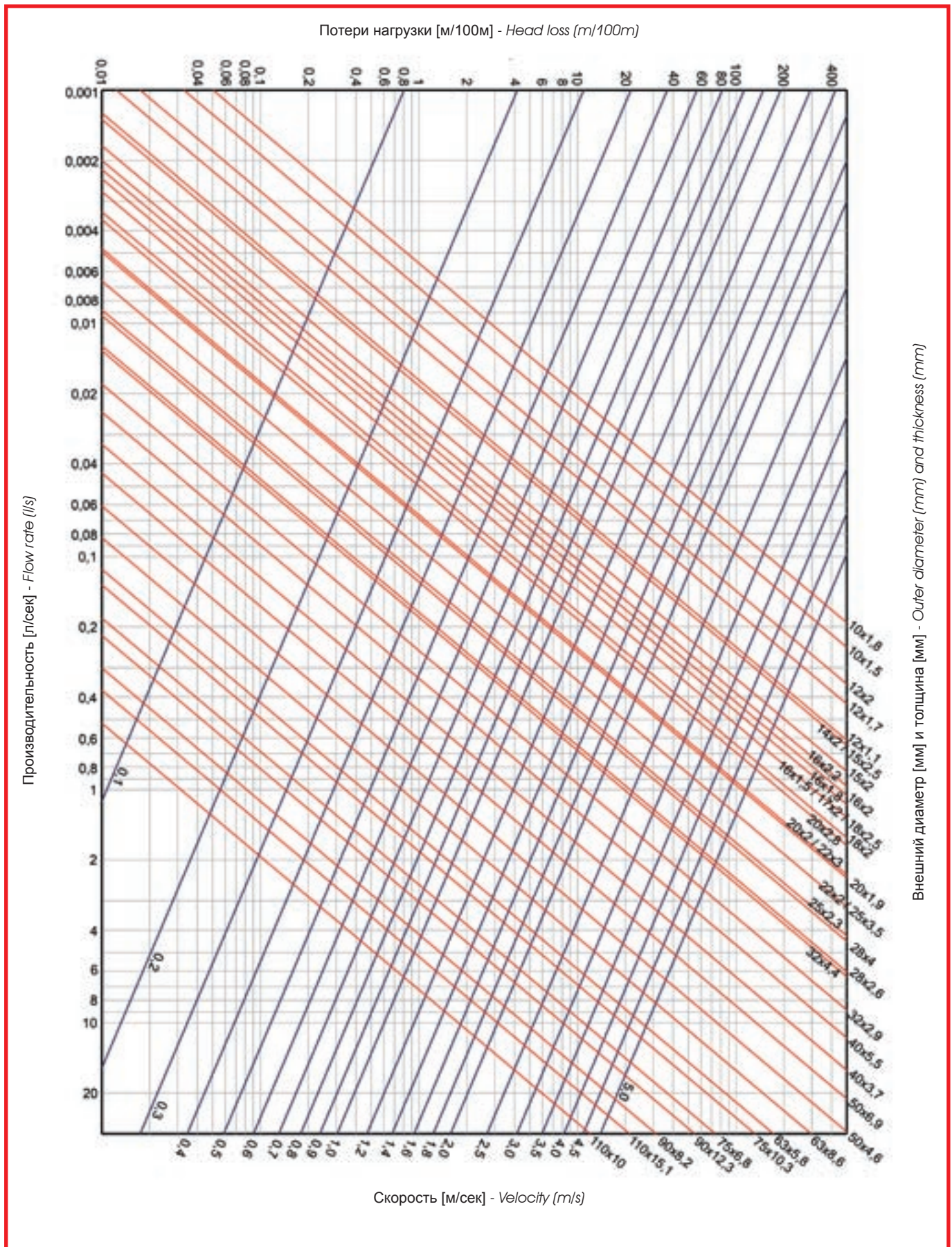


Диаграмма 7.3 - Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с EN ISO 15875: потери нагрузки при воде с температурой 80°C
 Diagram 7.3 - Unidelta PEX pipe according to EN ISO 15875: head loss with water at 80°C



8.

Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с UNE EN ISO 15875

Unidelta PEX pipes according to UNE EN ISO 15875

8.1 Введение

Трубы из сшитого полиэтилена Unidelta PEX, выпущенные в соответствии с EN ISO 15875, предназначены для подачи горячей и холодной воды под давлением. Они подходят для подачи питьевой воды в соответствии с действующим законодательством. Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена EN ISO 15875 могут выпускаться также и с кислородным барьером (EVOH). Кислородный барьер соответствует предписаниям DIN 4726. Механические требования, условия применения и размерные характеристики такие же, как и у труб без барьера, они описываются ниже. В главе 6.1.3 приводится детальная информация о газонепроницаемости.

8.2 Условия применения

Условия применения труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, в соответствии с нормативным постановлением EN ISO 15875, приводятся в следующей таблице. Для каждого размера трубы минимальная продолжительность работы составляет 50 лет при её использовании в соответствии с условиями применения.

Таблица 8.1 – Классы применения труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена UNE EN ISO 15875
Table 8.1 - Application fields of Unidelta PEX pipe according to UNE EN ISO 15875

Класс применения Application class	T_D [°C]	$t a T_D$ (годы) (years)	T_{MAX} [°C]	$t a T_{max}$ (годы) (years)	T_{MAL} [°C]	$t a T_{mal}$ (часы) (hours)	Область применения Application field
Холодная вода Hot water	20	50	-	-	-	-	Холодная санитарно-техническая вода Hidrosanitary hot water
1 ^(a)	60	49	80	1	95	100	Горячая вода для сантехнических нужд (60°C) Sanitary hot water (60°C)
2 ^(a)	70	49	80	1	95	100	Горячая вода для сантехнических нужд (70°C) Sanitary hot water (60°C)
3 ^(b)	20	2,5	70	2,5	100	100	Низкотемпературное напольное и радиаторное отопление Heating systems by radiating panels or low temperature radiators
	+	20					
	+	25					
5 ^(b)	20	14	90	1	100	100	Высокотемпературное радиаторное отопление Heating systems by high temperature radiators
	+	25					
	+	10					

(a) Выбор между классами 1 и 2 осуществляется на основании национальных правил.
(a) Selection between categories 1 and 2 must be on the basis of national regulations

(b) Для классов 4 и 5 время можно суммировать, так как указываются несколько расчётных температур
(b) Since more than one design temperature is indicated for categories 4 and 5, times must be totalled

8.1 Introduction

Unidelta cross-linked polyethylene PEX pipes manufactured according to EN ISO 15875 are used to carry pressurised hot and cold water. They are suitable for drinking water in accordance with regulations in force. Unidelta PEX pipes according to EN ISO 15875 can also be manufactured with an oxygen barrier (EVOH). The oxygen barrier satisfies DIN 4726 prescriptions. The mechanical requirements, conditions of use and dimensional characteristics are equivalent to those of pipes without barrier and are indicated below. See Section 6.1.3 for further information on gas impermeability.

8.2 Conditions of use

The application categories of Unidelta PEX pipes according to EN ISO 15875 are provided in the tables below. Within the fields of application provided for by the standard, the minimum lifespan for each pipe dimension is 50 years.

8.2

Где:

- t** Время
- T_d** Рабочая температура или сочетание рабочих температур
- T_{max}** Максимальная рабочая температура. Наиболее высокое значение рабочей температуры, которая допускается только в течение короткого промежутка времени.
- T_{mal}** Температура плохого функционирования. Самое высокое значение температуры, которое может отмечаться, когда системы контроля находятся в аварийном состоянии.

Для определения максимального рабочего давления, в зависимости от размеров трубы и класса применения, необходимо использовать следующие таблицы. Кроме того, необходимо учитывать, что для подачи холодной воды при температуре 20°C, для всех труб, выполненные в соответствии с нормативным постановлением EN ISO 15875, было предусмотрено максимальное рабочее давление равное 10 бар.

8.2

Where:

- t** time
- T_d** Working temperature or combination of working temperature
- T_{max}** Maximum working temperature. Max. operating temperature. The highest operating temperature value permitted only for a brief period.
- T_{mal}** bad working temperature. Malfunction temperature. The highest temperature value possible when control systems malfunction.

Refer to the following table in order to determine the maximum operating pressure based on pipe dimensions and class of application. Furthermore, consider that a maximum operating pressure of 10 bar is permitted for the transport of cold water at a temperature of 20°C in all pipes manufactured according to EN ISO 15875.

Таблица 8.2a - Максимальное рабочее давление: трубы класса A S5 UNE EN ISO 15875
Table 8.2a - Maximum working temperature: class A pipe S5 UNE EN ISO 15875

Размер трубы Pipe dimension	Класс применения Application class			
	1 (bar)	2 (bar)	4 (bar)	5 (bar)
Трубы класса A S5 UNE EN ISO 15875 - Class A pipe S5 EN ISO 15875				
Ø12x1,1	6	6	8	6
Ø16x1,5	6	6	8	6
Ø20x1,9	6	6	8	6
Ø25x2,3	6	6	8	6
Ø32x2,9	6	6	8	6
Ø40x3,7	6	6	8	6
Ø50x4,6	6	6	8	6
Ø63x5,8	6	6	8	6
Ø75x6,8	6	6	8	6
Ø90x8,2	6	6	8	6
Ø110x10	6	6	8	6

8.2

8.2

Таблица 8.2b - Максимальное рабочее давление: трубы класса A S4 UNE EN ISO 15875
 Table 8.2b - Maximum working temperature: class A pipes S4 UNE EN ISO 15875

Размер трубы Pipe dimension	Класс применения Application class			
	1 (bar)	2 (bar)	4 (bar)	5 (bar)
трубы класса A S4 UNE EN ISO 15875 - Class A pipes S4 EN ISO 15875				
Ø16x1,8	8	8	10	8

Таблица 8.2c - Максимальное рабочее давление: трубы класса A S3,2 UNE EN ISO 15875
 Table 8.2c - Maximum working temperature: class A pipe S3,2 UNE EN ISO 15875

Размер трубы Pipe dimension	Класс применения Application class			
	1 (bar)	2 (bar)	4 (bar)	5 (bar)
трубы класса A S3,2 UNE EN ISO 15875 - Class A pipe S3,2 EN ISO 15875				
Ø12x1,7	10	10	10	10
Ø16x2,2	10	10	10	10
Ø20x2,8	10	10	10	10
Ø25x3,5	10	10	10	10
Ø32x4,4	10	10	10	10
Ø40x5,5	10	10	10	10
Ø50x6,9	10	10	10	10
Ø63x8,6	10	10	10	10
Ø75x10,3	10	10	10	10
Ø90x12,3	10	10	10	10
Ø110x15,1	10	10	10	10

Таблица 8.2d - Максимальное рабочее давление: трубы класса C UNE EN ISO 15875
 Table 8.2d - Maximum working temperature: class C pipes UNE EN ISO 15875

Размер трубы Pipe dimension	Класс применения Application class			
	1 (bar)	2 (bar)	4 (bar)	5 (bar)
трубы класса C UNE EN ISO 15875 - Class C pipes EN ISO 15875				
Ø16x2	10	10	10	8
Ø17x2	10	8	10	8
Ø18x2	8	8	10	8
Ø20x2	8	6	8	6

8.3 Проверки качества

Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, выпущенные в соответствии со стандартом UNE EN ISO 15875, должны соответствовать многочисленным требованиям и пройти строгие проверки (см. таблицу 8.3).

8.3 Quality controls

Unidelta PEX pipes manufactured in accordance with EN ISO 15875 must satisfy numerous requirements and pass strict tests (see Table 8.3).

Таблица 8.3 - Физико-механические требования для труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с EN ISO 15875
Table 8.3 - Physical and mechanical requirements of Unidelta PEX pipes to EN ISO 15875

Требование Requirement	Единицы измерения Unit	Значение Value
Определение продольной усадки Longitudinal reversion	%	≤3
Степень сшивания Grade of cross-linking	%	≥65
Тепловая стабильность при испытаниях гидростатическим давлением Thermal stability by hydrostatic pressure testing (σ=2,5MPa, 110°C, >8760 h) ^(c)	часы / hours	>8760
Устойчивость к внутреннему давлению Resistance to inner pressure (σ=12MPa, 20°C, >1h) ^(c)	часы / hours	>1
Устойчивость к внутреннему давлению Resistance to inner pressure (σ=4,8MPa, 95°C, >1h) ^(c)	часы / hours	>1
Устойчивость к внутреннему давлению Resistance to inner pressure (σ=4,7MPa, 95°C, >22h) ^(c)	часы / hours	>22
Устойчивость к внутреннему давлению Resistance to inner pressure (σ=4,6MPa, 95°C, >165h) ^(c)	часы / hours	>165
Устойчивость к внутреннему давлению Resistance to inner pressure (σ=4,4MPa, 95°C, >1000h) ^(c)	часы / hours	>1000

$$^{(c)} \sigma = P \times (d_e - e) / 20e$$

Физические характеристики полимерных материалов проверяются при поступлении и имеют сертификат поставщика. Во время производства постоянно проверяются размеры труб с помощью специальных ультразвуковых инструментов и оператором, который периодически контролирует, чтобы размеры не выходили за рамки предписанных допусков. На производственной линии выполняется тщательная проверка всех параметров процесса с помощью сверхсовременных электронных приборов.

The physical characteristics of the polymeric materials are checked upon delivery and are certified by the supplier. During production the pipe dimensions are continuously checked with appropriate ultrasound instruments and by the operators who verify at regular time intervals that the dimensions are within the prescribed tolerances.

All process parameters on the production line are closely monitored by means of sophisticated equipment.

8.4

Характеристики размеров

Характеристики размеров труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с UNE EN ISO 15875 приводятся в следующих таблицах, где:

d_e	Внешний диаметр
e	Толщина
d_i	Внутренний диаметр
Ar	Участок сечения трубы
Au	Участок полезного сечения прохода
J	Геометрический момент инерции по отношению к диаметральной оси
Pt	Вес линейного метра трубы
Vf	Объем жидкости, содержащейся в одном линейном метре
Versioni	Имеющиеся версии трубы PEX из сшитого полиэтилена

8.4

Dimensional features

The dimensional features of Unidelta PEX pipes to UNE EN ISO 15875 are set out in the following table where:

d_e	Outer diameter
e	Thickness
d_i	Inner diameter
Ar	Pipe cross-section area
Au	Useful flow area
J	Geometric moment of inertia with respect to a diameter axis
Pt	Pipe weight per linear metre
Vf	Volume of fluid contained per linear metre
Versioni	Version of PEX pipe available

Таблица 8.4a - Труба Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, Класс A S5 в соответствии с UNE EN ISO 15875
Table 8.4a - Unidelta PEX pipe Classe A S5 according to UNE EN ISO 15875

d_e (mm)	e (mm)	d_i (mm)	Ar (cm ²)	Au (cm ²)	J (cm ⁴)	Pt (Kg/m)	Vf (l/m)	Versioni
12 ₀ ^{+0,3}	1,1 ₀ ^{+0,3}	9,8	0,38	0,75	5,65·10 ²	0,036	0,075	TriTerm
16 ₀ ^{+0,3}	1,5 ₀ ^{+0,3}	13,0	0,68	1,33	1,815·10 ⁻¹	0,065	0,133	UniTerm MultiTerm
20 ₀ ^{+0,3}	1,9 ₀ ^{+0,3}	16,2	1,08	2,06	4,473·10 ⁻¹	0,103	0,206	UniTerm MultiTerm
25 ₀ ^{+0,3}	2,3 ₀ ^{+0,4}	20,4	1,64	3,27	1,067·10 ⁰	0,157	0,327	UniTerm MultiTerm
32 ₀ ^{+0,3}	2,9 ₀ ^{+0,4}	26,2	2,65	5,39	2,834·10 ⁰	0,253	0,539	UniTerm MultiTerm
40 ₀ ^{+0,4}	3,7 ₀ ^{+0,5}	32,6	4,22	8,35	7,022·10 ⁰	0,405	0,835	UniTerm
50 ₀ ^{+0,5}	4,6 ₀ ^{+0,6}	40,8	6,56	13,07	1,708·10 ¹	0,626	1,317	UniTerm
63 ₀ ^{+0,6}	5,8 ₀ ^{+0,7}	51,4	10,42	20,75	4,306·10 ¹	0,995	2,075	UniTerm
75 ₀ ^{+0,7}	6,8 ₀ ^{+0,8}	61,4	14,57	29,61	8,555·10 ¹	1,391	2,961	UniTerm
90 ₀ ^{+0,9}	8,2 ₀ ^{+1,0}	73,6	21,07	42,54	1,780·10 ²	2,012	4,254	UniTerm
110 ₀ ^{+1,0}	10 ₀ ^{+1,1}	90,0	31,42	63,62	3,966·10 ²	3,001	6,362	UniTerm

Таблица 8.4b - Труба Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, Класс A S4 в соответствии с UNE EN ISO 15875
Table 8.4b - Unidelta PEX pipe Classe A S4 according to UNE EN ISO 15875

d_e (mm)	e (mm)	d_i (mm)	Ar (cm ²)	Au (cm ²)	J (cm ⁴)	Pt (Kg/m)	Vf (l/m)	Versioni
16 ₀ ^{+0,3}	1,8 ₀ ^{+0,3}	12,4	0,80	1,21	2,056·10 ⁻¹	0,076	0,121	UniTerm MultiTerm

8.4

8.4

Таблица 8.4с - Труба Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, Класс А S3,2 в соответствии с UNE EN ISO 15875
 Table 8.4с - Unidelta PEX pipe Classe A S3,2 according to UNE EN ISO 15875

d_e (mm)	e (mm)	d_i (mm)	Ar (cm ²)	Au (cm ²)	J (cm ⁴)	Pt (Kg/m)	Vf (l/m)	Versioni
12 ₀ ^{+0.3}	1,7 ₀ ^{+0.3}	8,6	0,55	0,58	7,494·10 ⁻²	0,052	0,058	UniTerm
16 ₀ ^{+0.3}	2,2 ₀ ^{+0.4}	11,6	0,95	1,06	2,328·10 ⁻¹	0,091	0,106	UniTerm MultiTerm
20 ₀ ^{+0.3}	2,8 ₀ ^{+0.4}	14,4	1,51	1,63	5,743·10 ⁻¹	0,144	0,163	UniTerm MultiTerm
25 ₀ ^{+0.3}	3,5 ₀ ^{+0.5}	18,0	2,36	2,54	1,402·10 ⁰	0,225	0,254	UniTerm MultiTerm
32 ₀ ^{+0.3}	4,4 ₀ ^{+0.6}	23,2	3,82	4,23	3,725·10 ⁰	0,328	0,423	UniTerm MultiTerm
40 ₀ ^{+0.4}	5,5 ₀ ^{+0.7}	29,0	5,96	6,61	9,095·10 ⁰	0,569	0,661	UniTerm
50 ₀ ^{+0.5}	6,9 ₀ ^{+0.8}	36,2	9,34	10,29	2,225·10 ¹	0,892	1,029	UniTerm
63 ₀ ^{+0.6}	8,6 ₀ ^{+1.0}	45,8	14,70	16,47	5,573·10 ¹	1,417	1,633	UniTerm
75 ₀ ^{+0.7}	10,3 ₀ ^{+1.2}	54,4	20,94	23,24	1,123·10 ²	2,001	2,324	UniTerm
90 ₀ ^{+0.9}	12,3 ₀ ^{+1.4}	65,4	30,02	33,59	2,323·10 ²	2,867	3,359	UniTerm
110 ₀ ^{+1.0}	15,1 ₀ ^{+1.7}	79,8	45,02	50,01	5,196·10 ²	4,299	5,001	UniTerm

Таблица 8.4d - Труба Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, Класс С в соответствии с UNE EN ISO 15875
 Table 8.4d - Unidelta PEX pipe Classe C according to UNE EN ISO 15875

d_e (mm)	e (mm)	d_i (mm)	Ar (cm ²)	Au (cm ²)	J (cm ⁴)	Pt (Kg/m)	Vf (l/m)	Versioni
16 ₀ ^{+0.3}	2,0 ₀ ^{+0.3}	12,0	0,88	1,13	2,199·10 ⁻¹	0,084	0,113	TriTerm
17 ₀ ^{+0.3}	2,0 ₀ ^{+0.3}	13,0	0,94	1,33	2,698·10 ⁻¹	0,090	0,133	TriTerm
18 ₀ ^{+0.3}	2,0 ₀ ^{+0.3}	14,0	1,01	1,54	3,267·10 ⁻¹	0,965	0,154	TriTerm
20 ₀ ^{+0.3}	2,0 ₀ ^{+0.3}	16,0	1,13	2,01	4,637·10 ⁻¹	0,108	0,201	TriTerm

8.5 Маркировка

Маркировка труб Unidelta PEX UniTerm из сшитого полиэтилена, в соответствии со стандартом UNE EN ISO 15875, выполняется на каждом метре и содержит всю информацию, относящуюся к характеристикам размеров и применению трубы, а также данные, необходимые для прослеживаемости изделия (Рисунок 8.1).

a) 24 м, партия 200900311

24 м обозначает количество метров с начала рулона (каждый метр в рулоне нумеруется по возрастанию), а партия 200800311 обозначает номер партии.

b) UNIDELTA UNITERM UNE EN ISO 15875

Однослойная труба (UniTerm), выпущенная компанией Unidelta, в соответствии со стандартом UNE EN ISO 15875.

c) A - PE-Xb Ø 16x2,2

Труба классом размера А, сделанная из сшитого полиэтилена PEX с силанами, с внешним диаметром равным 16 мм и толщиной 2,2 мм.

d) Класс 5/10 - Класс 4/10 бар

Труба с классом применения 5, с расчётным давлением 10 бар или с классом применения 4, с расчётным давлением 10 бар.

e) 20/01/09 15:24

20 – день выпуска, 01 – месяц выпуска, 09 – год выпуска, 15:24 – время выпуска.

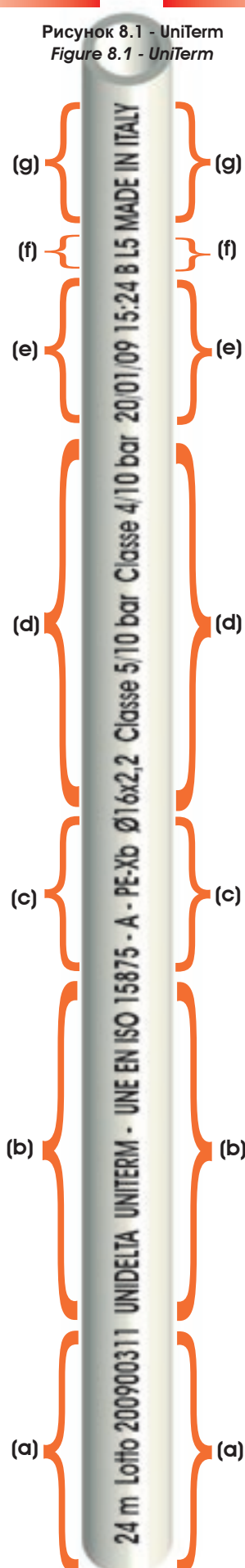
f) B L5

В – это одна из трёх производственных смен (А, В, С), L5 – это линия экструзии, на которой была выпущена труба.

g) MADE IN ITALY

Трубы Unidelta выпускаются в Италии.

Рисунок 8.1 - UniTerm
Figure 8.1 - UniTerm



8.5 Marking

Every metre of Unidelta UniTerm PEX pipe produced according to the standard UNE EN ISO 15875 is marked and full details are given as to pipe's dimensions and applications together with other information necessary to find the product (Figure 8.1).

a) 12 m Lot 200900352

12m indicates the number of metres from the beginning of the coil (the metres of each coil are numbered progressively) and Lot 200900352 indicates the lot number.

b) UNIDELTA UNITERM - EN ISO 15875

Single layer pipe (UniTerm) manufactured by Unidelta in accordance with EN ISO 15875.

c) C - PE-Xb Ø17x2

Dimensional category C, cross-linked PEX pipe manufactured with silanes, external diameter equal to 17mm and thickness 2mm.

d) Classe 5/10 bar - Classe 4/10 bar

Application category 5 pipe with design pressure of 10 bar, or application category 4 pipe with design pressure of 10 bar.

e) 20/01/09 15:24

20 indicates the day, 01 the month, 09 the year and 15:24 the time of production.

f) B L5

B is one of the three production shifts (A, B, C), L5 indicates the extrusion line from which the product was manufactured.

g) MADE IN ITALY

Unidelta pipes are manufactured in Italy.

8.5

Маркировка труб Unidelta PEX TriTerm из сшитого полиэтилена, в соответствии со стандартом UNE EN ISO 15875, выполняется на каждом метре и содержит всю информацию, относящуюся к характеристикам размеров и применению трубы, а также данные, необходимые для прослеживаемости изделия (Рисунок 8.2).

a) 12 м, партия 200900352

12 м обозначает количество метров с начала рулона (каждый метр в рулоне нумеруется по возрастанию), а партия 200900352 обозначает номер партии.

b) UNIDELTA TRITERM PEX/EVOH OXYGEN BARRIER PIPE UNE EN ISO 15875

Трёхслойная труба (TriTerm), выпущенная компанией Unidelta, в соответствии со стандартом UNE EN ISO 15875.

Труба имеет барьер, предотвращающий проникновение кислорода.

c) C - PE-Xb Ø17x2

Труба размерного класса C, сделанная из сшитого полиэтилена PEX с силанами, с внешним диаметром равным 17 мм и толщиной 2 мм.

d) Класс 5/8 бар Класс 4/10 бар

Труба с классом применения 5, с расчётным давлением 8 бар или с классом применения 4, с расчётным давлением 10 бар.

e) 03/02/09 14:18

03 – день выпуска, 02 – месяц выпуска, 09 – год выпуска, 14:18 – время выпуска.

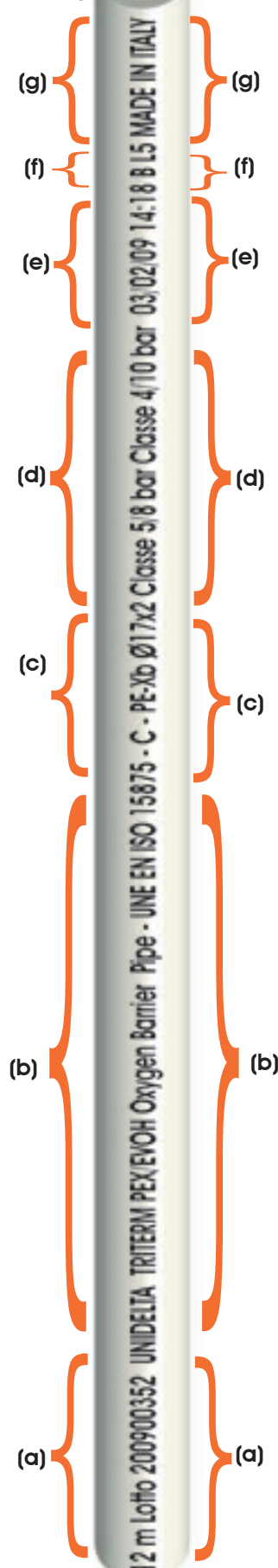
f) B L5

B – это одна из трёх производственных смен (A, B, C), L5 – это линия экструзии, на которой была выпущена труба.

g) MADE IN ITALY

Трубы Unidelta выпускаются в Италии.

Рисунок 8.2 - TriTerm
Figure 8.2 - TriTerm



8.5

Every metre of Unidelta TriTerm PEX pipe produced according to the standard UNE EN ISO 15875 is marked and full details are given as to pipe's dimensions and applications together with other information necessary to find the product (Figure 8.2).

a) 12 m Lot 200900352

12m indicates the number of metres from the beginning of the coil (the metres of each coil are numbered progressively) and Lot 200900352 indicates the lot number.

b) UNIDELTA TRITERM PEX/EVOH OXYGEN BARRIER PIPE EN ISO 15875

Three layer pipe (TriTerm) manufactured by Unidelta in accordance with EN ISO 15875.

The pipe has a barrier against oxygen diffusion.

c) C - PE-Xb Ø17x2

Dimensional category C, cross-linked PEX pipe manufactured with silanes, external diameter equal to 17mm and thickness 2mm.

d) Classe 5/8 bar Classe 4/10 bar

Application category 5 pipe with design pressure of 8 bar, or application category 4 pipe with design pressure of 10 bar.

e) 03/02/09 14:18

03 indicates the day, 02 the month, 09 the year and 14:18 the time of production.

f) B L5

B is one of the three production shifts (A, B, C), L5 indicates the extrusion line from which the product was manufactured.

g) MADE IN ITALY

Unidelta pipes are manufactured in Italy.

8.5

Маркировка труб Unidelta PEX MultiTerm из сшитого полиэтилена, в соответствии со стандартом UNE EN ISO 15875, выполняется на каждом метре и содержит всю информацию, относящуюся к характеристикам размеров и применению трубы, а также данные, необходимые для прослеживаемости изделия (Рисунок 8.3).

a) 12 м, партия 200900352

12 м обозначает количество метров с начала рулона (каждый метр в рулоне нумеруется по возрастанию), а партия 200900352 обозначает номер партии.

b) UNIDELTA MULTITERM PEX/EVOH/PEX OXYGEN BARRIER PIPE UNE EN ISO 15875

Пятислойная труба (MultiTerm), выпущенная компанией Unidelta, в соответствии со стандартом UNE EN ISO 15875.

Труба имеет барьер, предотвращающий проникновение кислорода.

c) A - PE-Xb Ø 16x2,2

Труба с классом размера А, сделанная из сшитого полиэтилена PEX с силанами, с внешним диаметром равным 16 мм и толщиной 2,2 мм.

d) Класс 5/10 - Класс 4/10 бар

Труба с классом применения 5, с расчётным давлением 10 бар или с классом применения 4, с расчётным давлением 10 бар.

e) 20/01/09 15:24

20 – день выпуска, 01 – месяц выпуска, 09 – год выпуска, 15:24 – время выпуска.

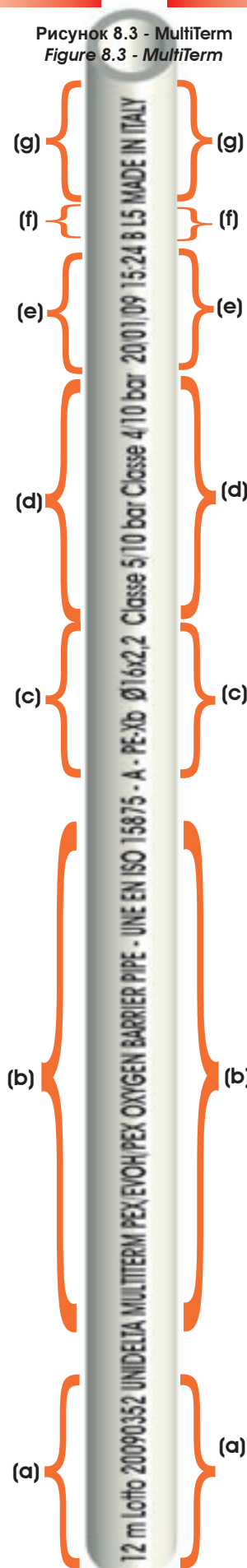
f) B L5

В – это одна из трёх производственных смен (А,В,С), L5 – это линия экструзии, на которой была выпущена труба.

g) MADE IN ITALY

Трубы Unidelta выпускаются в Италии.

Рисунок 8.3 - MultiTerm
Figure 8.3 - MultiTerm



8.5

Every metre of Unidelta PEX MultiTerm pipe produced according to UNE EN ISO 15875 is marked and full details are given as to pipe's dimensions and applications together with other information necessary to find the product (Figure 8.3).

a) 12 m Lot 200900352

12m indicates the number of metres from the beginning of the coil (the metres of each coil are numbered progressively) and Lot 200900352 indicates the lot number.

b) UNIDELTA MULTITERM PEX/EVOH/PEX OXYGEN BARRIER PIPE EN ISO 15875

Five layer pipe (MultiTerm) manufactured by Unidelta in accordance with EN ISO 15875.

The pipe has a barrier against oxygen diffusion.

c) C - PE-Xb Ø17x2

Dimensional category C, cross-linked PEX pipe manufactured with silanes, external diameter equal to 17mm and thickness 2mm.

d) Category 5/8 bar Category 4/10 bar

Application category 5 pipe with design pressure of 8 bar, or application category 4 pipe with design pressure of 10 bar.

e) 20/01/09 15:24

20 indicates the day, 01 the month, 09 the year and 15:24 the time of production.

f) B L5

B is one of the three production shifts (A, B, C), L5 indicates the extrusion line from which the product was manufactured.

g) MADE IN ITALY

Unidelta pipes are manufactured in Italy.

8.6 Потери нагрузки

8.6 Head losses

Диаграмма 8.1 - Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с UNE EN ISO 15875: потери нагрузки при воде с температурой 10°C
 Diagram 8.1 - Unidelta PEX pipe according to UNE EN ISO 15875: head loss with water at 10°C

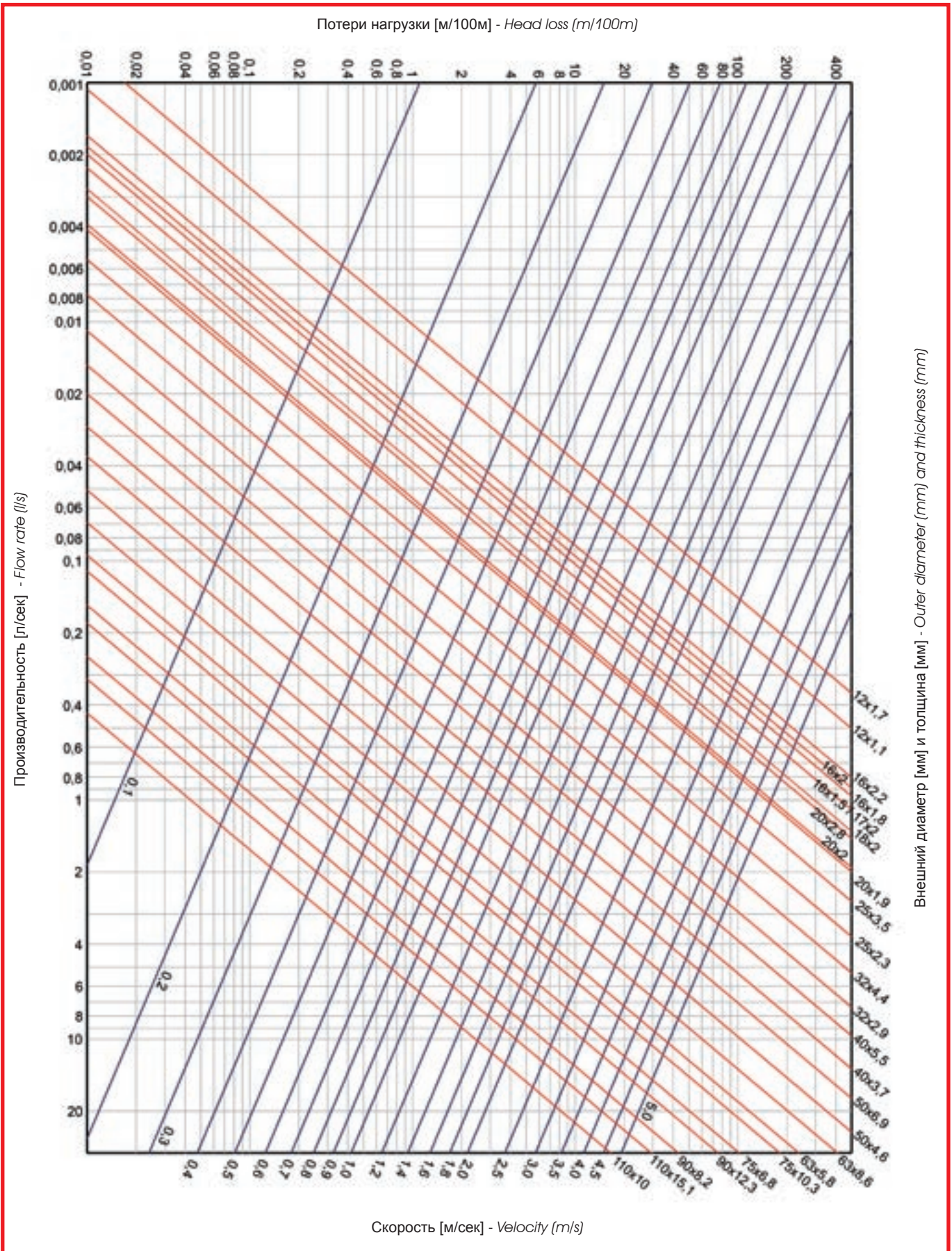


Диаграмма 8.2 - Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с UNE EN ISO 15875: потери нагрузки при воде с температурой 50°C
 Diagram 8.2 - Unidelta PEX pipe according to UNE EN ISO 15875: head loss with water at 50°C

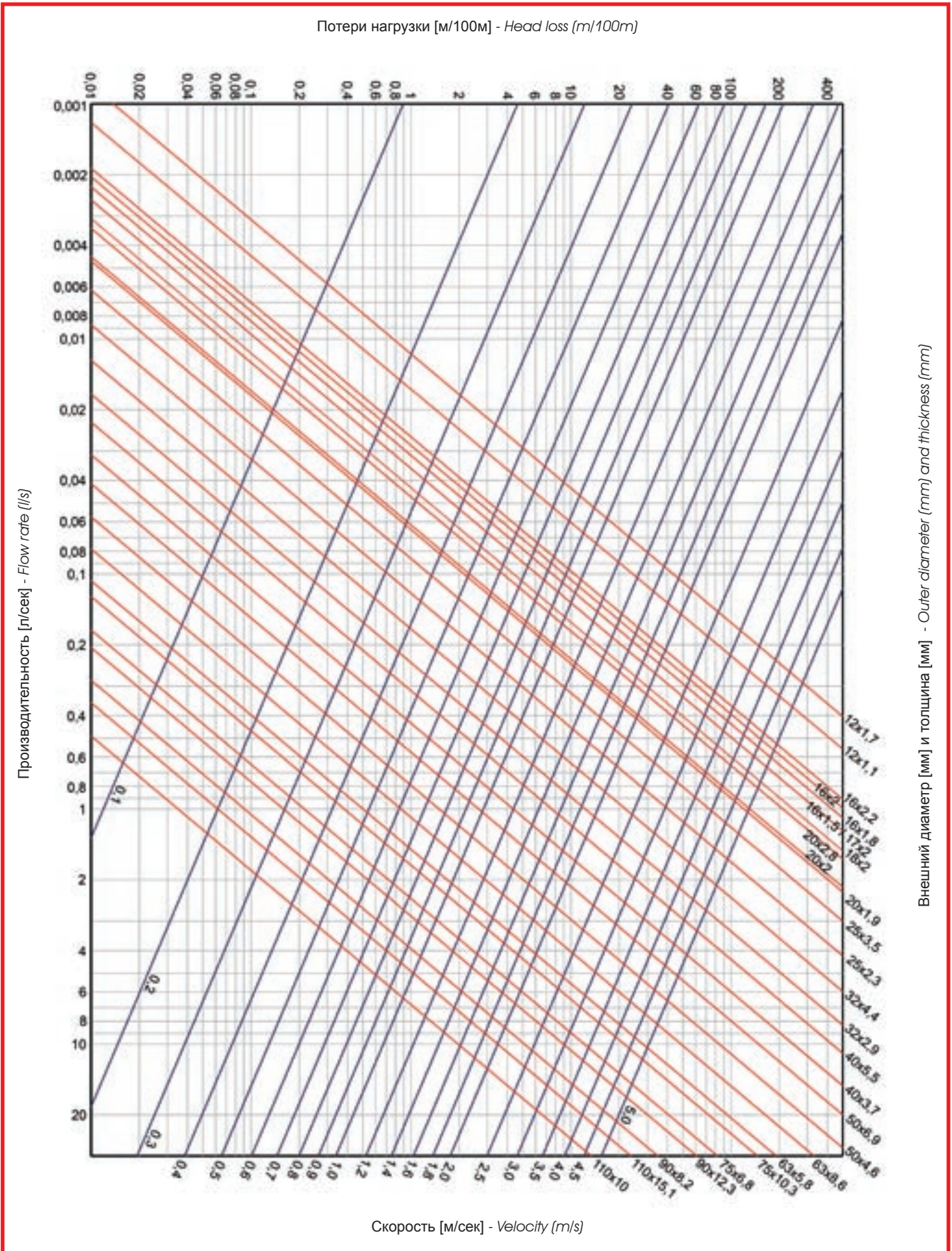
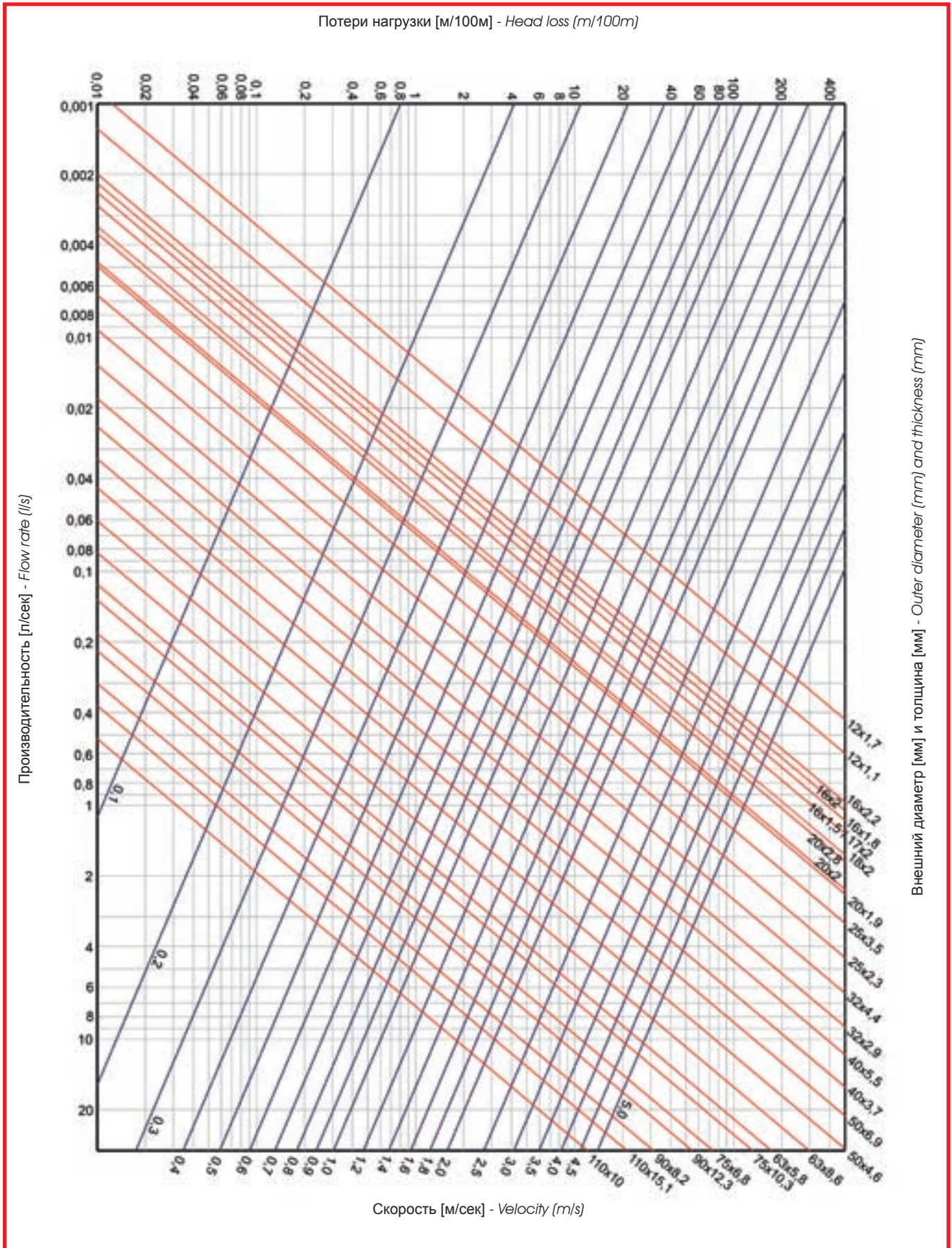


Диаграмма 8.3 - Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с UNE EN ISO 15875: потери нагрузки при воде с температурой 80°C
 Diagram 8.3 - Unidelta PEX pipe according to UNE EN ISO 15875: head loss with water at 80°C



9.

**Трубы Unidelta из сшитого полиэтилена в
соответствии с DIN 16892 / DIN 16893**

Unidelta PEX pipes according to DIN 16892 / DIN 16893

9.1 Введение

Трубы из сшитого полиэтилена Unidelta PEX, выпущенные в соответствии со стандартами DIN 16892 и DIN 16893, предназначены для горячей и холодной воды под давлением. Они подходят для подачи питьевой воды в соответствии с действующим законодательством. Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена DIN 16892 / DIN 16893 могут выпускаться также и с кислородным барьером (EVOH). Кислородный барьер соответствует предписаниям DIN 4726. Приведённые ниже механические требования, условия применения и характеристики размеров такие же, как и для труб без барьера.

В главе 6.1.3 можно найти более детальную информацию, относящуюся к характеристикам газонепроницаемости.

9.2 Условия применения

Условия применения труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с нормативным постановлением DIN 16893 приводятся в следующей таблице. Приведённые в таблице данные давления соответствуют фактору безопасности 1,5.

9.1 Introduction

Unidelta cross-linked polyethylene PEX pipes manufactured according to DIN 16892 and DIN 16893 are used to carry pressurised hot and cold water. They are suitable for drinking water in accordance with regulations in force. Unidelta PEX pipes DIN 16892 / DIN 16893 can also be manufactured with an oxygen barrier (EVOH). The oxygen barrier satisfies DIN 4726 prescriptions. The mechanical requirements, conditions of use and dimensional characteristics are equivalent to those of pipes without barrier and are indicated below.

See Section 6.1.3 for further information on gas impermeability.

9.2 Conditions of use

The application categories of Unidelta PEX pipes according to DIN 16893 are provided in the table below. The pressure values have been determined taking a safety factor of 1.5 into consideration.

Таблица 9.1 – Максимальное рабочее давление труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с нормативным постановлением DIN 16893 (фактор безопасности 1,5)

Table 9.1 - Maximum working temperature of the Unidelta PEX pipe according to standard DIN 16893 (safety factor 1,5)

T [°C]	Lt	S5 SDR 11 (bar)	S4 SDR 9 (bar)	S3,2 SDR 7,4 (bar)
10	1	14,9	18,7	23,6
	5	14,6	18,4	23,2
	10	14,5	18,3	23,0
	25	14,4	18,1	22,8
	50	14,2	17,9	22,6
	100	14,1	17,8	22,4
20	1	13,2	16,6	20,9
	5	12,9	16,3	20,5
	10	12,8	16,2	20,4
	25	12,7	16,0	20,1
	50	12,6	15,9	20,0
	100	12,5	15,7	19,8
30	1	11,7	14,7	18,5
	5	11,5	14,4	18,2
	10	11,4	14,3	18,1
	25	11,3	14,2	17,9
	50	11,2	14,1	17,7
	100	11,1	14,0	17,6
40	1	10,4	13,1	16,5
	5	10,2	12,8	16,2
	10	10,1	12,7	16,1
	25	10,0	12,6	15,9
	50	9,9	12,5	15,7
	100	9,8	12,4	15,6
50	1	9,3	11,7	14,7
	5	9,1	11,4	14,4
	10	9,0	11,3	14,3
	25	8,9	11,2	14,1
	50	8,8	11,1	14,0
	100	8,8	11,0	13,9
60	1	8,3	10,4	13,1
	5	8,1	10,2	12,9
	10	8,0	10,1	12,8
	25	7,9	10,0	12,6
	50	7,9	9,9	12,5
	100	7,9	9,9	12,5
70	1	7,4	9,3	11,8
	5	7,3	9,1	11,5
	10	7,2	9,1	11,4
	25	7,1	9,0	11,3
	50	7,0	8,9	11,2
	100	7,0	8,9	11,2
80	1	6,6	8,4	10,5
	5	6,5	8,2	10,3
	10	6,4	8,1	10,2
	25	6,4	8,0	10,1
	100	6,4	8,0	10,1
	100	6,4	8,0	10,1
90	1	6,0	7,5	9,5
	5	5,8	7,4	9,3
	10	5,8	7,3	9,2
	15	5,7	7,3	9,1
	100	5,7	7,3	9,1
	100	5,7	7,3	9,1
95	1	5,7	7,1	9,0
	5	5,5	7,0	8,8
	10	5,5	6,9	8,7

T = Температура / Temperature

Lt = Продолжительность работы / Life Time in years

9.3 Проверки качества

Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, выпущенные в соответствии со стандартом DIN 16892/DIN 16893, должны соответствовать многочисленным требованиям и пройти строгие проверки (см. таблицу 9.2).

9.3 Quality controls

Unidelta PEX pipes manufactured in accordance with DIN 16892 / DIN 16893 must satisfy numerous requirements and pass strict tests (see Table 9.2).

Таблица 9.2 - Физико-механические требования для труб PEX Unidelta из сшитого полиэтилена в соответствии с DIN 16892/DIN 16893
Table 9.2 - Physical and mechanical requirements of Unidelta PEX pipes to DIN 16892/DIN 16893

Требование Requirement	Единицы измерения Unit	Valore Value
Определение продольной усадки Longitudinal reversion	%	≤3
Степень сшивания Grade of cross-linking	%	≥65
Устойчивость к внутреннему давлению Resistance to inner pressure (σ=4,7MPa, 95°C, >22h) ^(a)	часы / hours	>22
Устойчивость к внутреннему давлению Resistance to inner pressure (σ=4,6MPa, 95°C, >165h) ^(a)	часы / hours	>165
Устойчивость к внутреннему давлению Resistance to inner pressure (σ=4,4MPa, 95°C, >1000h) ^(a)	часы / hours	>1000
Устойчивость к внутреннему давлению Resistance to inner pressure (σ=2,5MPa, 110°C, >8760h) ^(a)	часы / hours	>8760

$$^{(a)} \sigma = P \times (d_e - e) / 20e$$

Физические характеристики полимерных материалов проверяются при поступлении и имеют сертификат поставщика.

Во время производства постоянно проверяются размеры труб с помощью специальных ультразвуковых инструментов и оператором, который периодически контролирует, чтобы размеры не выходили за рамки предписанных допусков.

На производственной линии выполняется тщательная проверка всех параметров процесса с помощью сверхсовременных электронных приборов.

The physical characteristics of the polymeric materials are checked upon delivery and are certified by the supplier.

During production the pipe dimensions are continuously checked with appropriate ultrasound instruments and by the operators who verify at regular time intervals that the dimensions are within the prescribed tolerances.

All process parameters on the production line are closely monitored by means of sophisticated equipment.

9.4 Характеристики размеров

Характеристики размеров труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с DIN 16892/ DIN 16893 приводятся в следующих таблицах, где:

d_e	Внешний диаметр
e	Толщина
d_i	Внутренний диаметр
Ar	Участок сечения трубы
Au	Участок полезного сечения прохода
J	Геометрический момент инерции по отношению к диаметральной оси
Pt	Вес линейного метра трубы
Vf	Объем жидкости, содержащейся в одном линейном метре
Versionsi	Имеющиеся версии трубы PEX из сшитого полиэтилена

9.4 Dimensional features

The dimensional features of Unidelta PEX pipes to DIN 16892 / DIN 16893 are set out in the following table where:

d_e	Outer diameter
e	Thickness
d_i	Inner diameter
Ar	Pipe cross-section area
Au	Useful flow area
J	Geometric moment of inertia with respect to a diameter axis
Pt	Pipe weight per linear metre
Vf	Volume of fluid contained per linear metre
Versionsi	Version of PEX pipe available

Таблица 9.3а - Труба Unidelta PEX S5 SDR 11 из сшитого полиэтилена в соответствии с DIN 16892 / DIN 16893
Table 9.3a - Unidelta PEX pipe S5 SDR 11 according to DIN 16892 / DIN 16893

d_e (mm)	e (mm)	d_i (mm)	Ar (cm²)	Au (cm²)	J (cm⁴)	Pt (kg/m)	Vf (l/m)	Versionsi
16 ^{+0,3} ₀	1,5 ^{+0,4} ₀	13,0	0,68	1,33	1,815·10 ⁻¹	0,065	0,133	UniTerm MultiTerm
20 ^{+0,3} ₀	1,9 ^{+0,4} ₀	16,2	1,08	2,06	4,473·10 ⁻¹	0,103	0,206	UniTerm MultiTerm
25 ^{+0,3} ₀	2,3 ^{+0,5} ₀	20,4	1,64	3,27	1,067·10 ⁰	0,157	0,327	UniTerm MultiTerm
32 ^{+0,3} ₀	2,9 ^{+0,5} ₀	26,2	2,65	5,39	2,834·10 ⁰	0,253	0,539	UniTerm MultiTerm
40 ^{+0,4} ₀	3,7 ^{+0,6} ₀	32,6	4,22	8,35	7,022·10 ⁰	0,405	0,835	UniTerm
50 ^{+0,5} ₀	4,6 ^{+0,7} ₀	40,8	6,56	13,07	1,708·10 ¹	0,626	1,317	UniTerm
63 ^{+0,6} ₀	5,8 ^{+0,8} ₀	51,4	10,42	20,75	4,306·10 ¹	0,995	2,075	UniTerm
75 ^{+0,7} ₀	6,8 ^{+0,9} ₀	61,4	14,57	29,61	8,555·10 ¹	1,391	2,961	UniTerm
90 ^{+0,9} ₀	8,2 ^{+1,1} ₀	73,6	21,07	42,54	1,780·10 ²	2,012	4,254	UniTerm
110 ^{+1,0} ₀	10 ^{+1,2} ₀	90,0	31,42	63,62	3,966·10 ²	3,001	6,362	UniTerm

9.4

9.4

Таблица 9.3b - Труба Unidelta PEX S4 SDR 9 из сшитого полиэтилена в соответствии с DIN 16892 / DIN 16893
 Table 9.3b - Unidelta PEX pipe S4 SDR 9 according to DIN 16892 / DIN 16893

d_e (mm)	e (mm)	d_i (mm)	Ar (cm ²)	Au (cm ²)	J (cm ⁴)	Pt (kg/m)	Vf (l/m)	Versioni
16 ₀ ^{+0.3}	1,8 ₀ ^{+0.4}	12,4	0,80	1,21	2,056·10 ⁻¹	0,076	0,121	UniTerm MultiTerm

Таблица 9.3c - Труба Unidelta PEX S3,2 SDR 7,4 из сшитого полиэтилена в соответствии с DIN 16892 / DIN 16893
 Table 9.3c - Unidelta PEX pipe S3,2 SDR 7,4 according to DIN 16892 / DIN 16893

d_e (mm)	e (mm)	d_i (mm)	Ar (cm ²)	Au (cm ²)	J (cm ⁴)	Pt (kg/m)	Vf (l/m)	Versioni
12 ₀ ^{+0.3}	1,7 ₀ ^{+0.4}	8,6	0,55	0,58	7,494·10 ⁻²	0,052	0,058	UniTerm
16 ₀ ^{+0.3}	2,2 ₀ ^{+0.5}	11,6	0,95	1,06	2,328·10 ⁻¹	0,091	0,106	UniTerm MultiTerm
20 ₀ ^{+0.3}	2,8 ₀ ^{+0.5}	14,4	1,51	1,63	5,743·10 ⁻¹	0,144	0,163	UniTerm MultiTerm
25 ₀ ^{+0.3}	3,5 ₀ ^{+0.6}	18,0	2,36	2,54	1,402·10 ⁰	0,225	0,254	UniTerm MultiTerm
32 ₀ ^{+0.3}	4,4 ₀ ^{+0.7}	23,2	3,82	4,23	3,725·10 ⁰	0,328	0,423	UniTerm MultiTerm
40 ₀ ^{+0.4}	5,5 ₀ ^{+0.8}	29,0	5,96	6,61	9,095·10 ⁰	0,569	0,661	UniTerm
50 ₀ ^{+0.5}	6,9 ₀ ^{+0.9}	36,2	9,34	10,29	2,225·10 ¹	0,892	1,029	UniTerm
63 ₀ ^{+0.6}	8,6 ₀ ^{+1.1}	45,8	14,70	16,47	5,573·10 ¹	1,404	1,647	UniTerm
75 ₀ ^{+0.7}	10,3 ₀ ^{+1.3}	54,4	20,94	23,24	1,123·10 ²	2,001	2,324	UniTerm
90 ₀ ^{+0.9}	12,3 ₀ ^{+1.5}	65,4	30,02	33,59	2,323·10 ²	2,867	3,359	UniTerm

9.5 Маркировка

Маркировка труб Unidelta PEX UniTerm из сшитого полиэтилена, в соответствии со стандартом DIN 16892 / DIN 16893, выполняется на каждом метре и содержит всю информацию, относящуюся к характеристикам размеров и применению трубы, а также данные, необходимые для прослеживаемости изделия (Рисунок 9.1).

а) 41 м, партия 200900504

41 м обозначает количество метров с начала рулона (каждый метр в рулоне нумеруется по возрастанию). Партия 200900504 обозначает номер партии.

б) UNIDELTA UNITERM PEX DIN 16892 / DIN 16893

Однослойная труба (UniTerm), выпущенная компанией Unidelta, в соответствии со стандартами DIN 16892 / DIN 16893.

в) PE-Xb SDR 7,4

Труба, сделанная из сшитого полиэтилена PEX с силанами. Отношение размеров SDR равняется 7,4.

г) Ø20x2,8

Труба с внешним диаметром 20 мм и толщиной 2,8 мм.

е) 12/02/09 23:15

12 – день выпуска, 02 – месяц выпуска, 09 – год выпуска, 23:15 – время выпуска.

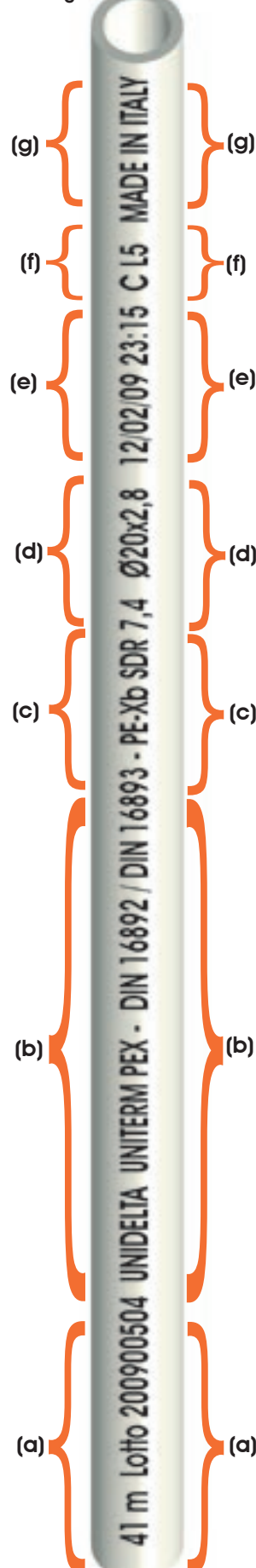
ф) C L5

C – это одна из трёх производственных смен (A, B, C), L5 – это линия экструзии, на которой была выпущена труба.

г) MADE IN ITALY

Трубы Unidelta выпускаются в Италии.

Рисунок 9.1 - UniTerm
Figure 9.1 - UniTerm



9.5 Marking

Every metre of Unidelta UniTerm PEX pipe produced according to DIN 16892 / DIN 16893 is marked and full details are given as to pipe's dimensions and applications together with other information necessary to find the product (Figure 9.1).

a) 41 m Lotto 200900504

41m indicates the number of metres from the beginning of the coil (the metres of each coil are numbered progressively) and Lot 200900504 indicates the lot number.

b) UNIDELTA UNITERM PEX DIN 16892 / DIN 16893

Single layer pipe (UniTerm) manufactured by Unidelta in accordance with DIN 16892 / DIN 16893.

c) PE-Xb SDR 7,4

Cross-linked PEX pipe manufactured with silanes. SDR 7,4

d) Ø20x2,8

External diameter 20 mm and thickness 2,8 mm

e) 12/02/09 23:15

12 indicates the day, 02 the month, 09 the year and 23:15 the time of production.

f) C L5

C is one of the three production shifts (A, B, C), L5 indicates the extrusion line from which the product was manufactured.

g) MADE IN ITALY

Unidelta pipes are manufactured in Italy.

7.5

Маркировка труб Unidelta PEX MultiTerm из сшитого полиэтилена, в соответствии с DIN 16892 / DIN 16893, выполняется на каждом метре и содержит всю информацию, относящуюся к характеристикам размеров и применению трубы, а также данные, необходимые для прослеживаемости изделия (Рисунок 9.2).

a) 41 м, партия 200900504

41 м обозначает количество метров с начала рулона (каждый метр в рулоне нумеруется по возрастанию). Партия 200900504 обозначает номер партии.

b) UNIDELTA MULTITERM PEX/EVOH/PEX OXYGEN BARRIER PIPE DIN 16892/DIN 16893

Пятислойная труба (MultiTerm), выпущенная компанией Unidelta, в соответствии со стандартом DIN 16892 / DIN 16893.

Труба имеет барьер, предотвращающий проникновение кислорода.

c) PE-Xb SDR 7,4

Труба, сделанная из сшитого полиэтилена PEX с силанами. Отношение размеров SDR равняется 7,4.

d) Ø20x2,8

Труба с внешним диаметром 20 мм и толщиной 2,8 мм.

e) 12/02/09 23:15

12 – день выпуска, 02 – месяц выпуска, 09 – год выпуска, 23:15 – время выпуска.

f) C L5

C – это одна из трёх производственных смен (A, B, C), L5 – это линия экструзии, на которой была выпущена труба.

g) MADE IN ITALY

Трубы Unidelta выпускаются в Италии.

Рисунок 9.2 - MultiTerm
Figure 9.2 - MultiTerm



9.5

Every metre of Unidelta MultiTerm PEX pipe produced according to DIN 16892 / DIN 16893 is marked and full details are given as to pipe's dimensions and applications together with other information necessary to find the product (Figure 9.2).

a) 41 m Lot 200900504

41m indicates the number of metres from the beginning of the coil (the metres of each coil are numbered progressively) and Lot 200900504 indicates the lot number.

b) UNIDELTA MULTITERM PEX/EVOH/PEX OXYGEN BARRIER PIPE DIN 16892 / DIN 16893

Five layer pipe (MultiTerm) manufactured by Unidelta in accordance with DIN 16892 / DIN 16893.

The pipe has a barrier against oxygen diffusion.

c) PE-Xb SDR 7,4

Cross-linked PEX pipe manufactured with silanes, SDR 7,4.

d) Ø17x2

External diameter 17 mm and thickness 2 mm.

e) 12/02/09 23:15

12 indicates the day, 02 the month, 09 the year and 23:15 the time of production.

f) C L5

C is one of the three production shifts (A, B, C), L5 indicates the extrusion line from which the product was manufactured.

g) MADE IN ITALY

Unidelta pipes are manufactured in Italy.

9.6
Потери нагрузки

9.6
Head losses

Диаграмма 9.1 - Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с DIN 16892 / DIN 16893: потери нагрузки при воде с температурой 10°C
Diagram 9.1 - Unidelta PEX pipe according to DIN 16892 / DIN 16893: head loss with water at 10°C

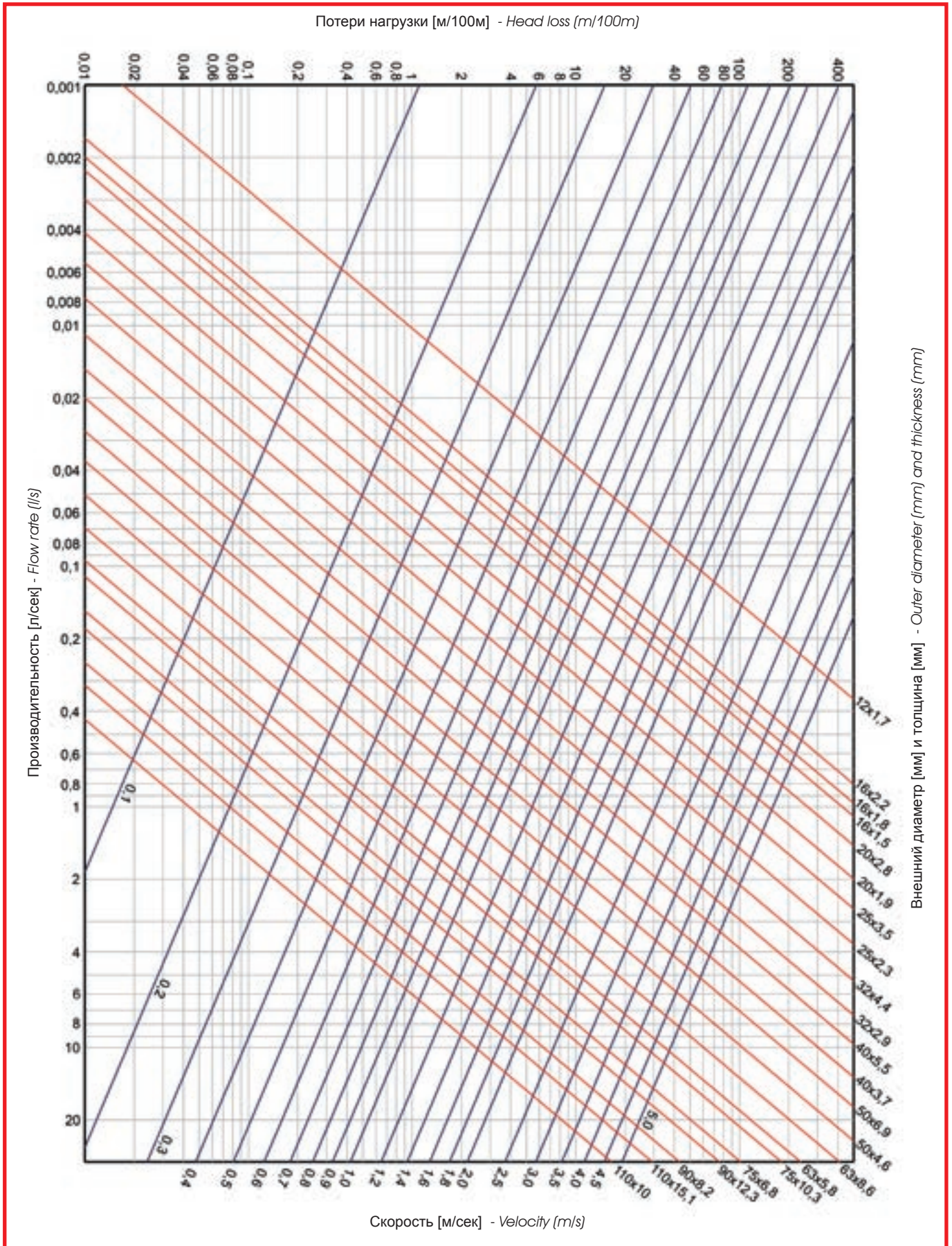


Диаграмма 9.2 - Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с DIN 16892 / DIN 16893: потери нагрузки при воде с температурой 50°C
 Diagram 9.2 - Unidelta PEX pipe according to DIN 16892 / DIN 16893: head loss with water at 50°C

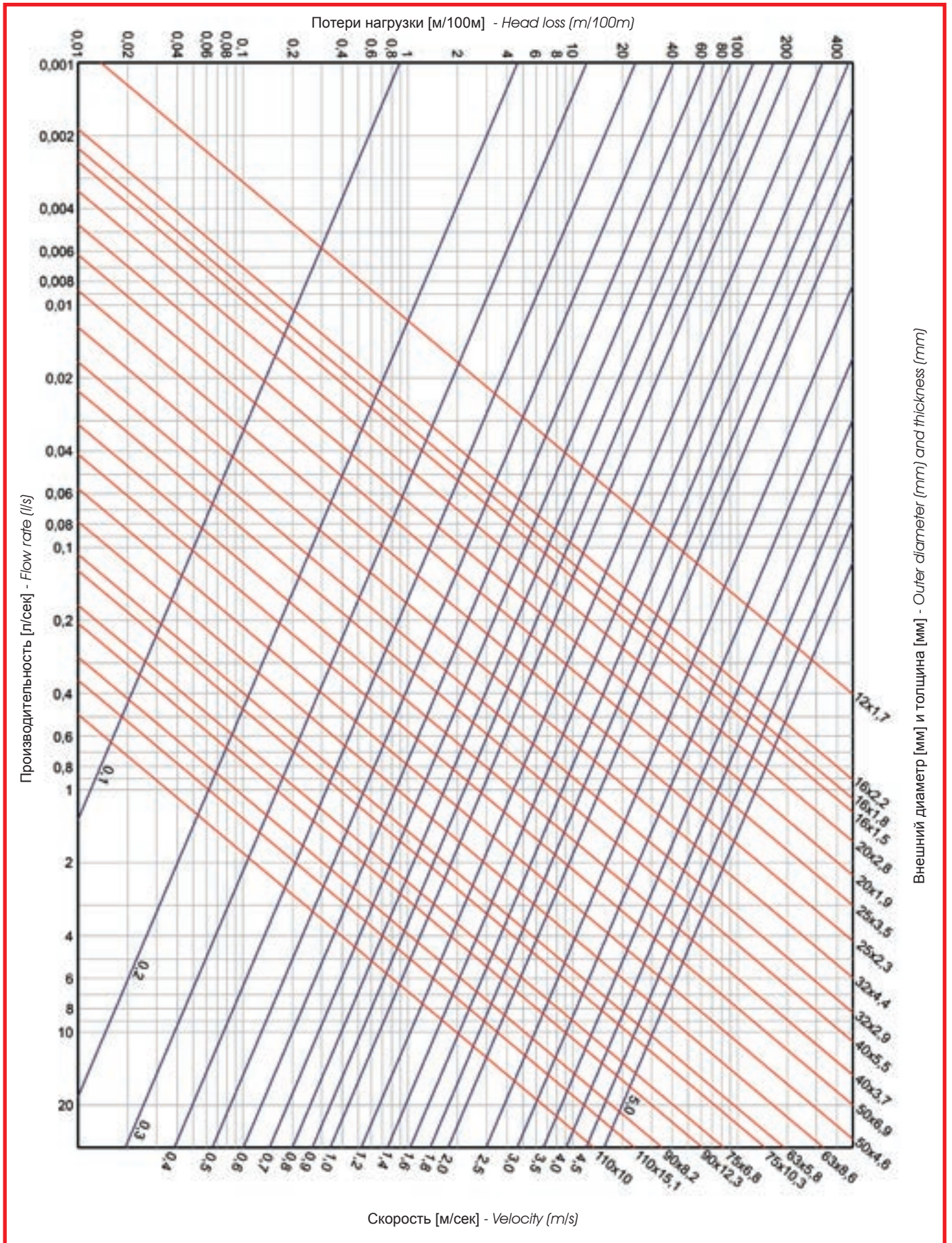
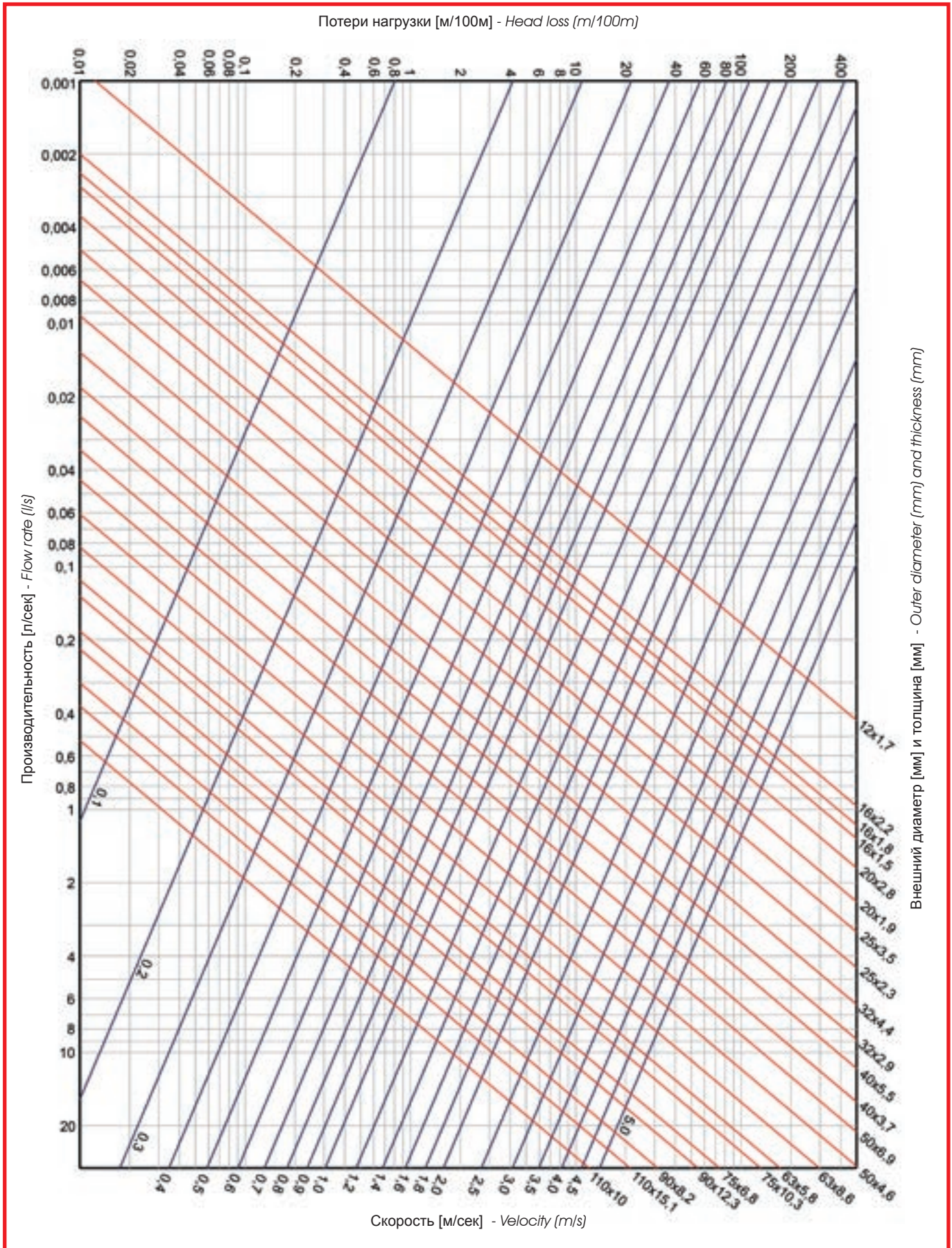


Диаграмма 9.3 - Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с DIN 16892 / DIN 16893: потери нагрузки при воде с температурой 80°C
 Diagram 9.3 - Unidelta PEX pipe according to DIN 16892 / DIN 16893: head loss with water at 80°C



10.

**Трубы Unidelta из сшитого полиэтилена PEX
в соответствии с BS 7291-3**

Unidelta PEX pipes according to BS 7291-3

10.1 Введение

Трубы из сшитого полиэтилена Unidelta PEX, выпущенные в соответствии со стандартом BS 7291-3, предназначены для подачи горячей и холодной воды под давлением. Они подходят для подачи питьевой воды в соответствии с действующим законодательством. Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена BS 7291-3 могут выпускаться также и с кислородным барьером (EVOH).

В главе 6.1.3 можно найти более детальную информацию, относящуюся к характеристикам газонепроницаемости.

10.1 Introduction

Unidelta cross-linked polyethylene PEX pipes manufactured according to BS 7291-3 are used to carry pressurised hot and cold water. They are suitable for drinking water in accordance with regulations in force. Unidelta PEX pipes according to BS 7291-3 are manufactured with an oxygen barrier (EVOH). See Section 6.1.3 for further information on gas impermeability of the barrier.

10.2 Условия применения

Условия применения труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с нормативным постановлением BS 7291-3 (Класс S) приводятся в следующей таблице, где:

T_f	рабочая температура
T_s	Максимальная рабочая температура. Наиболее высокое значение рабочей температуры, которая допускается только в течение короткого промежутка времени.
T_m	Температура плохого функционирования. Самое высокое значение температуры, которое может отмечаться, когда системы контроля находятся в аварийном состоянии.
P_D	Максимальное рабочее давление

10.2 Conditions of use

Unidelta PEX pipes manufactured in accordance with BS 7291-3 must satisfy numerous requirements and pass strict tests, such as:

T_f	working temperature
T_s	maximum working temperature. The highest operating temperature value permitted only for a brief period.
T_m	malfunction temperature. The highest temperature value possible when control systems malfunction.
P_D	maximum working pressure

Таблица 10.1 - Классы применения труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, в соответствии с нормативным постановлением BS 7291 (Класс S)
Table 10.1 - Class service conditions of Unidelta PEX pipe according to BS 7291 (Class S)

Области применения Application fields	T_f °C	T_s °C	T_m °C	P_D (bar)
Непрямые системы для подведения холодной воды Indirect cold water systems	20	20	-	3,5
Прямые системы для подведения холодной воды Direct mains-fed cold water systems	20	20	-	12,5
Напольные отопительные установки Surface heating systems	60	83	100	3,5
Вентилируемые системы для подведения горячей воды Vented hot water systems	65	83	100	3,5
Невентилируемые системы для подведения горячей воды, которые включают мгновенные нагреватели и/или накопительные устройства. Unvented hot water systems including instantaneous heaters and/or incorporating storage.	65	95	100	6
Вентилируемые централизованные системы отопления Vented central heating systems	82	95	100	3,5
Закрытые централизованные системы отопления Sealed central heating systems	82	105	114	3

10.3 Проверки качества

Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, выпущенные в соответствии со стандартом BS 7291-3, должны соответствовать многочисленным требованиям и пройти строгие проверки, среди которых:

10.3 Quality controls

Unidelta PEX pipes manufactured in accordance with BS 7291-3 must satisfy numerous requirements and pass strict tests, such as:

Таблица 10.2 - Физико-механические требования для труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с BS 7291-3
Table 10.2 - Physical and mechanical requirements of Unidelta PEX pipes to BS 7291-3

Требование Requirement	Единицы измерения Unit	Значение Value
Относительное удлинение при разрыве (50 мм / мин) Elongation at break (50 mm / min)	%	≥ 100
Устойчивость к внутреннему давлению Resistance to inner pressure ($\sigma=12\text{MPa}$, 20°C, > 1h) ^(a)	часы / hours	> 1
Устойчивость к внутреннему давлению Resistance to inner pressure ($\sigma=4,9\text{MPa}$, 95°C, > 22h) ^(a)	часы / hours	> 22
Устойчивость к внутреннему давлению Resistance to inner pressure ($\sigma=4,7\text{MPa}$, 95°C, > 170h) ^(a)	часы / hours	> 170

^(a) $\sigma = P \times (d_e - e) / 20e$

Физические характеристики полимерных материалов проверяются при поступлении и имеют сертификат поставщика.

Во время производства постоянно проверяются размеры труб с помощью специальных ультразвуковых инструментов и оператором, который периодически контролирует, чтобы размеры не выходили за рамки предписанных допусков.

На производственной линии выполняется тщательная проверка всех параметров процесса с помощью сверхсовременных электронных приборов.

Трубы прошли испытание на непрозрачность, предусмотренное стандартом BS 7291-3.

The physical characteristics of the polymeric materials are checked upon delivery and are certified by the supplier.

During production the pipe dimensions are continuously checked with appropriate ultrasound instruments and by the operators who verify at regular time intervals that the dimensions are within the prescribed tolerances.

All process parameters on the production line are closely monitored by means of sophisticated equipment.

The pipes have passed the opacity test specified by BS 7291-3.

10.4

Характеристики размеров

Характеристики размеров труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии BS 7291-3 приводятся в следующих таблицах, где:

d_e	Внешний диаметр
e	Толщина
d_i	Внутренний диаметр
Ar	Участок сечения трубы
Au	Участок полезного сечения прохода
J	Геометрический момент инерции по отношению к диаметральной оси
Pt	Вес линейного метра трубы
Vf	Объем жидкости, содержащейся в одном линейном метре
Versioni	Имеющиеся версии трубы PEX из сшитого полиэтилена

10.4

Dimensional features

The dimensional features of Unidelta PEX pipes to BS 7291-3 are set out in the following table where:

d_e	Outer diameter
e	Thickness
d_i	Inner diameter
Ar	Pipe cross-section area
Au	Useful flow area
J	Geometric moment of inertia with respect to a diameter axis
Pt	Pipe weight per linear metre
Vf	Volume of fluid contained per linear metre
Versioni	Version of PEX pipe available

Таблица 10.3 – Труба Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, в соответствии с BS 7291-3
Table 10.3 - Unidelta PEX pipe according to BS 7291-3

d _e (mm)	e (mm)	d _i (mm)	Ar (cm ²)	Au (cm ²)	J (cm ⁴)	Pt (Kg/m)	Vf (l/m)	Versioni
10 ^{+0,1} _{-0,1}	1,5 ^{+0,3} ₀	7,0	0,40	0,38	3,730·10 ⁻²	0,039	0,038	MultiTerm
15 ^{+0,1} _{-0,1}	1,5 ^{+0,3} ₀	12,0	0,64	1,13	1,467·10 ⁻¹	0,061	0,113	MultiTerm
22 ^{+0,1} _{-0,1}	2,0 ^{+0,3} ₀	18,0	1,26	2,54	6,346·10 ⁻¹	0,121	0,254	MultiTerm
28 ^{+0,1} _{-0,1}	2,6 ^{+0,3} ₀	22,8	2,07	4,08	1,691·10 ⁰	0,198	0,408	MultiTerm

10.5 Маркировка

10.5 Marking

Маркировка труб Unidelta PEX MultiTerm из сшитого полиэтилена, в соответствии со стандартом BS 7291-3, выполняется на каждом метре и содержит всю информацию, относящуюся к характеристикам размеров и применению трубы, а также данные, необходимые для прослеживаемости изделия (Рисунок 10.1).

a) 15 м, партия 200900221

15 м обозначает количество метров с начала рулона (каждый метр в рулоне нумеруется по возрастанию). Партия 200900221 обозначает номер партии.

b) UNIDELTA MULTITERM PEX/EVOH/PEX BARRIER PIPE BS 7291-3:2006

Труба, выпущенная компанией Unidelta, в соответствии со стандартом BS 7291-3.

Название "MULTITERM PEX/EVOH/PEX" указывает на то, что труба имеет пятислойный барьер.

Труба имеет барьер, предотвращающий проникновение кислорода.

c) Класс S - Ø28x2,6

Труба класса применения S с диаметром 22 мм и толщиной 2,8 мм.

d) 20/05/09 22:11

25 – день выпуска, 05 – месяц выпуска, 09 – год выпуска, 22:11 – время выпуска.

e) C L5

C – это одна из трёх производственных смен (A, B, C), L5 – это линия экструзии, на которой была выпущена труба.

f) MADE IN ITALY

Трубы Unidelta выпускаются в Италии.

Рисунок 10.1 - MultiTerm
Figura 10.1 - MultiTerm



Every metre of Unidelta MultiTerm PEX pipe produced according to the standard BS 7291-3 is marked and full details are given as to pipe's dimensions and applications together with other information necessary to find the product (Figure 10.1).

a) 15 m Lot 200900221

15m indicates the number of metres from the beginning of the coil (the metres of each coil are numbered progressively) and Lot 200900221 indicates the lot number.

b) UNIDELTA MULTITERM PEX/EVOH/PEX BARRIER PIPE BS 7291-3:2006

Five layer pipe (MultiTerm) manufactured by Unidelta in accordance with BS 7291-3:2006.

The pipe has a barrier against oxygen diffusion.

c) Class S - Ø28x2,6

Application class of the pipe S. External diameter 28 mm and thickness 2,6 mm.

d) 20/05/09 22:11

20 indicates the day, 05 the month, 09 the year and 22:11 the time of production.

e) C L5

C is one of the three production shifts (A, B, C), L5 indicates the extrusion line from which the product was manufactured.

f) MADE IN ITALY

Unidelta pipes are manufactured in Italy.

10.6
Потери нагрузки

10.6
Head losses

Диаграмма 10.1 - Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с BS 7291-3: потери нагрузки при воде с температурой 10°C
Diagram 10.1 - Unidelta PEX pipe according to BS 7291-3: head loss with water at 10°C

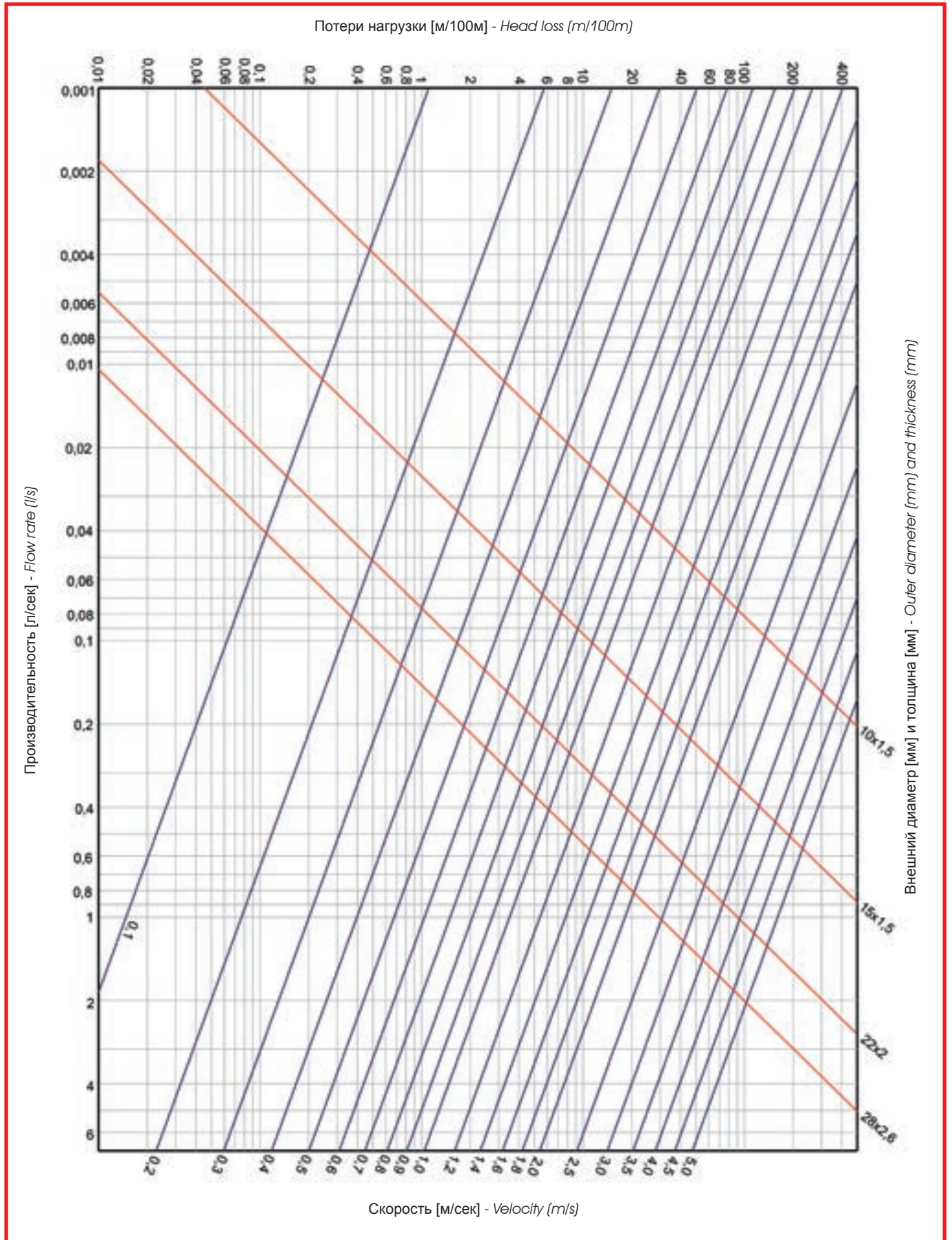


Диаграмма 10.2 - Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с BS 7291-3: потери нагрузки при воде с температурой 50°C
 Diagram 10.2 - Unidelta PEX pipe according to BS 7291-3: head loss with water at 50°C

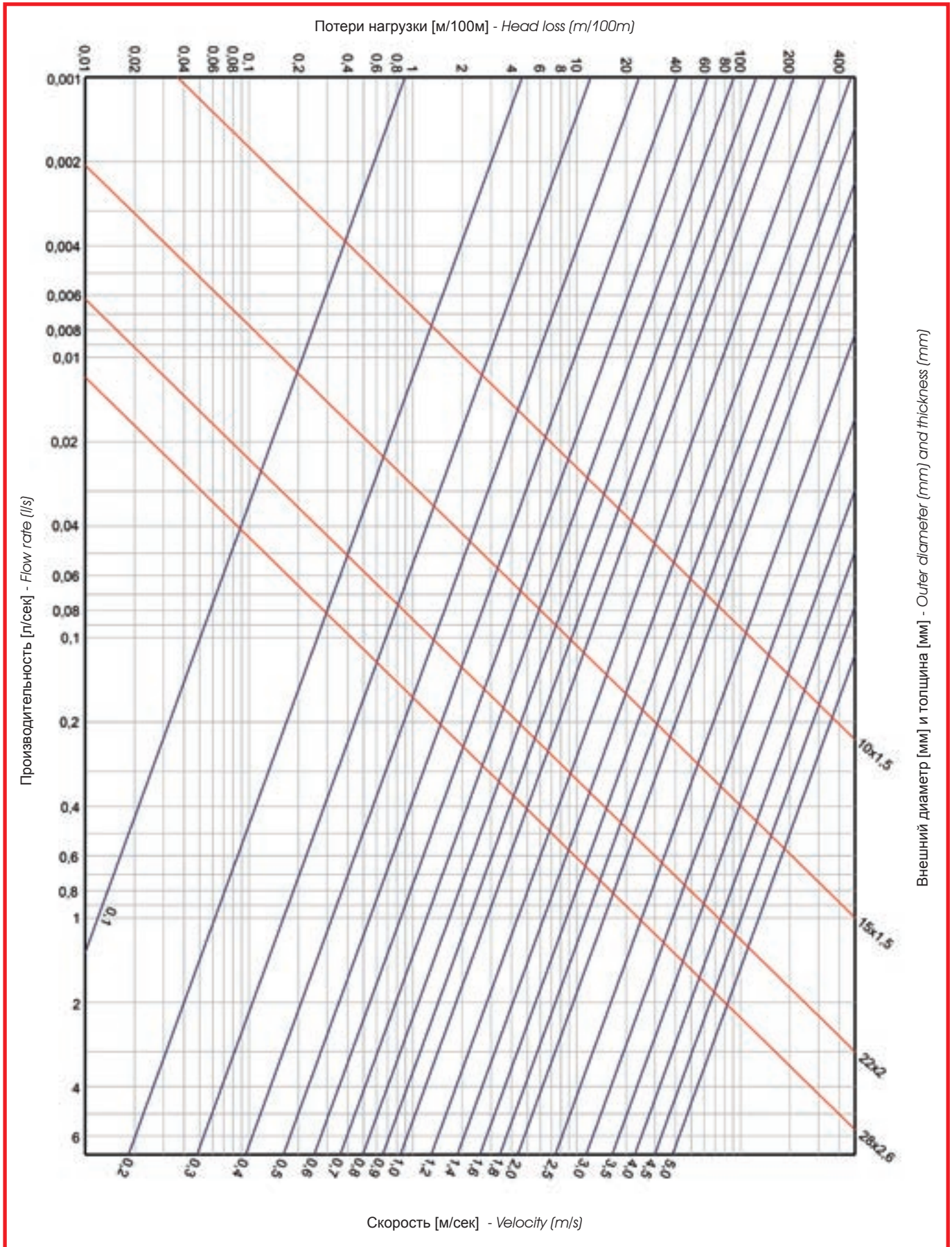
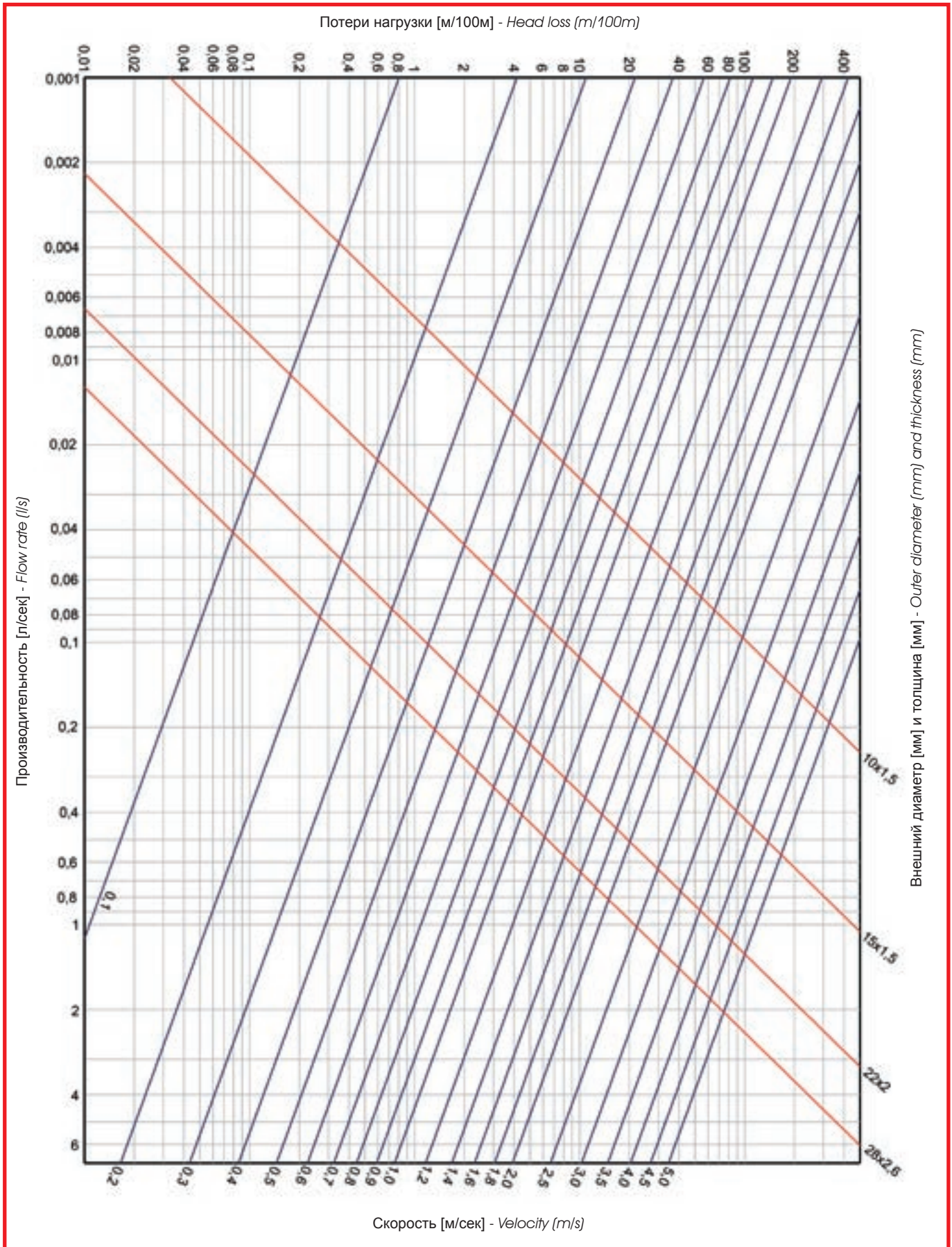


Диаграмма 10.3 - Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с BS 7291-3: потери нагрузки при воде с температурой 80°C
 Diagram 10.3 - Unidelta PEX pipe according to BS 7291-3: head loss with water at 80°C



11.

Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена

в соответствии с ASTM F876 / F877

Unidelta PEX pipes according to ASTM F876 / F877

11.1 Введение

Трубы из сшитого полиэтилена Unidelta PEX, выпущенные в соответствии со стандартами ASTM F876/F877 и CSAB137.5, предназначены для подачи горячей и холодной воды под давлением. Они подходят для подачи питьевой воды в соответствии с действующим законодательством.

Примечание: Только трубы с маркировкой NSF имеют сертификат NSF.

11.1 Introduction

Unidelta cross-linked polyethylene PEX pipes manufactured according to ASTM F876/F877 and CSA B137.5 are used to carry pressurised hot and cold water. They are suitable for drinking water in accordance with regulations in force.

NB. Only pipes bearing the NSF mark are certified by NSF.

11.2 Условия применения

Области применения труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с нормативными постановлениями ASTM F876/F877 и CSA B137.5, приводятся в следующей таблице.

11.2 Conditions of use

The fields of application of Unidelta PEX pipes according to ASTM F876 / F877 are provided in the table below.

Таблица 11.1 - Классы применения труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, в соответствии с нормативным постановлением ASTM F876 / F877
Table 11.1 - Class service conditions of Unidelta PEX according to the standard ASTM F876 / F877

Температура Temperature	Давление Pression
73,4°F (23°C)	160 psi (11 bar)
180°F (82,2°C)	100 psi (6,9 bar)
200°F (93,3°C)	80 psi (5,5 bar)

11.3 Проверки качества

Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, выпущенные в соответствии со стандартом ASTM F876/F877, должны соответствовать многочисленным требованиям и пройти строгие проверки (см. приведённые ниже таблицы).

11.3 Quality controls

Unidelta PEX pipes manufactured in accordance with ASTM F876/F877 must satisfy numerous requirements and pass strict tests (see table below).

Таблица 10.2a - Физико-механические требования для труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с ASTM F876/F877 (продолжительность испытаний >1000 ч).

Table 10.2a - Physical and mechanical requirements of Unidelta PEX pipes to ASTM F876/877 (test time > 1000 h)

Номинальный диаметр Nominal diameter	Температура Temperature 73,4°F (23°C)	Температура Temperature 180°F (82,2°C)	Температура Temperature 200 °F (93,3°C)
3/8"	525 psi (36,2 bar)	250 psi (17,2 bar)	210 psi (14,5 bar)
1/2"	330 psi (22,8 bar)	195 psi (13,4 bar)	165 psi (11,4 bar)
5/8"	325 psi (22,4 bar)	190 psi (13,1 bar)	165 psi (11,4 bar)
3/4"	325 psi (22,4 bar)	190 psi (13,1 bar)	165 psi (11,4 bar)
1"	325 psi (22,4 bar)	190 psi (13,1 bar)	165 psi (11,4 bar)

Таблица 10.2b - Физико-механические требования для труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с ASTM F876/F877 (испытания на разрыв).

Table 10.2b - Physical and mechanical requirements of Unidelta PEX pipes to ASTM F876/877 ()

Номинальный диаметр Nominal diameter	Температура Temperature 73,4°F (23°C)	Температура Temperature 180°F (82,2°C)	Температура Temperature 200 °F (93,3°C)
3/8"	620 psi (42,7 bar)	275 psi (19,0 bar)	235 psi (16,2 bar)
1/2"	480 psi (33,1 bar)	215 psi (14,8 bar)	185 psi (12,8 bar)
5/8"	475 psi (32,7 bar)	210 psi (14,5 bar)	180 psi (12,4 bar)
3/4"	475 psi (32,7 bar)	210 psi (14,5 bar)	180 psi (12,4 bar)
1"	475 psi (32,7 bar)	210 psi (14,5 bar)	180 psi (12,4 bar)

Минимальная степень сшивания сшитого полиэтилена PEX составляет 65%.

Физические характеристики полимерных материалов проверяются при поступлении и имеют сертификат поставщика.

Во время производства постоянно проверяются размеры труб с помощью специальных ультразвуковых инструментов и оператором, который периодически контролирует, чтобы размеры не выходили за рамки предписанных допусков.

На производственной линии выполняется тщательная проверка всех параметров процесса с помощью сверхсовременных электронных приборов.

Трубы прошли испытание на устойчивость к окислению в питьевой воде, содержащей хлор.

The minimum degree of cross-link of the PEX is 65%. The physical characteristics of the polymeric materials are checked upon delivery and are certified by the supplier.

During production the pipe dimensions are continuously checked with appropriate ultrasound instruments and by the operators who verify at regular time intervals that the dimensions are within the prescribed tolerances.

All process parameters on the production line are closely monitored by means of sophisticated equipment.

The pipes have passed the stability test for oxidation in drinking water containing chlorine.

11.4

Характеристики размеров

Характеристики размеров труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии ASTM F876/ F877 приводятся в следующих таблицах, где:

d_e	Внешний диаметр
e	Толщина
d_i	Внутренний диаметр
Ar	Участок сечения трубы
Au	Участок полезного сечения прохода
J	Геометрический момент инерции по отношению к диаметральной оси
Pt	Вес линейного метра трубы
Vf	Объем жидкости, содержащейся в одном линейном метре
Versioni	Имеющиеся версии трубы PEX из сшитого полиэтилена

11.4

Dimensional features

The dimensional features of Unidelta PEX pipes to BS 7291-3 are set out in the following table where:

d_e	Outer diameter
e	Thickness
d_i	Inner diameter
Ar	Pipe cross-section area
Au	Useful flow area
J	Geometric moment of inertia with respect to a diameter axis
Pt	Pipe weight per linear metre
Vf	Volume of fluid contained per linear metre
Versioni	Version of PEX pipe available

Таблица 11.3 - Труба Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, в соответствии с ASTM F 876 / F 877
Table 11.3 - Unidelta PEX pipe according to ASTM F 876 / F 877

D _n	d _e [in] [[mm]]	e [in] [[mm]]	d _i [in] [[mm]]	Ar [in ²] [[cm ²]]	Au [in ²] [[cm ²]]	J [in ⁴] [[cm ⁴]]	Pt [lb/ft] [[Kg/m]]	Vf [gal US/ft] [[l/m]]	Versioni
3/8"	0,500±0,03 (12,70±0,08)	0,070+0,010 (1,78+0,25)	0,360 (9,14)	0,095 (0,61)	0,102 (0,66)	2,243·10 ⁻³ (9,344·10 ⁻²)	0,039 (0,058)	5,314·10 ⁻³ (0,066)	UniTerm
1/2"	0,625±0,004 (15,88±0,1)	0,070+0,010 (1,78+0,25)	0,485 (12,32)	0,122 (0,79)	0,185 (1,19)	4,774·10 ⁻³ (1,990·10 ⁻¹)	0,050 (0,075)	9,581·10 ⁻³ (0,119)	UniTerm
5/8"	0,750±0,004 (19,05±0,1)	0,83+0,010 (2,12+0,25)	0,584 (14,81)	0,174 (1,12)	0,268 (1,73)	9,822·10 ⁻³ (4,103·10 ⁻¹)	0,071 (0,106)	1,392·10 ⁻² (0,173)	UniTerm
3/4"	0,875±0,004 (22,22±0,1)	0,097+0,010 (2,47+0,25)	0,681 (17,26)	0,237 (1,53)	0,364 (2,34)	1,822·10 ⁻² (7,566·10 ⁻¹)	0,097 (0,145)	1,884·10 ⁻² (0,234)	UniTerm
1"	1,125±0,005 (28,58±0,12)	0,125+0,013 (3,18+0,33)	0,875 (22,22)	0,393 (2,54)	0,601 (3,88)	4,985·10 ⁻² (2,083·10 ⁰)	0,161 (0,240)	3,124·10 ⁻² (0,388)	UniTerm

11.5 Маркировка

Маркировка труб Unidelta PEX UniTerm из сшитого полиэтилена, в соответствии со стандартом ASTM F876/F877, выполняется на каждом метре и содержит всю информацию, относящуюся к характеристикам размеров и применению трубы, а также данные, необходимые для прослеживаемости изделия (Рисунок 11.1).

а) 32 м, партия 200900648

32 м обозначает количество метров с начала рулона (каждый метр в рулоне нумеруется по возрастанию). Партия 200900648 обозначает номер партии.

б) UNIDELTA UNITERM PEX

Однослойная труба (UniTerm), выпущенная компанией Unidelta.

в) 1/2" SDR 9 ASTM F876 / F 877

Труба с номинальным диаметром 1/2 дюйма и отношением размеров SDR равным 9.

Труба была выпущена в соответствии со стандартами ASTM F876 и ASTM F877.

г) 100°F 100 фунтов/кв. дюйм / 200°F 80 фунтов/кв. дюйм

Труба может использоваться при давлении 100 фунтов/кв. дюйм (6,9 бар) с температурой 180°F (82,2°C) или при давлении 80 фунтов/кв. дюйм (5,5 бар) с температурой 200°F (93,3°C).

д) 14/05/09 08:16

14 – день выпуска, 05 – месяц выпуска, 09 – год выпуска, 08:16 – время выпуска.

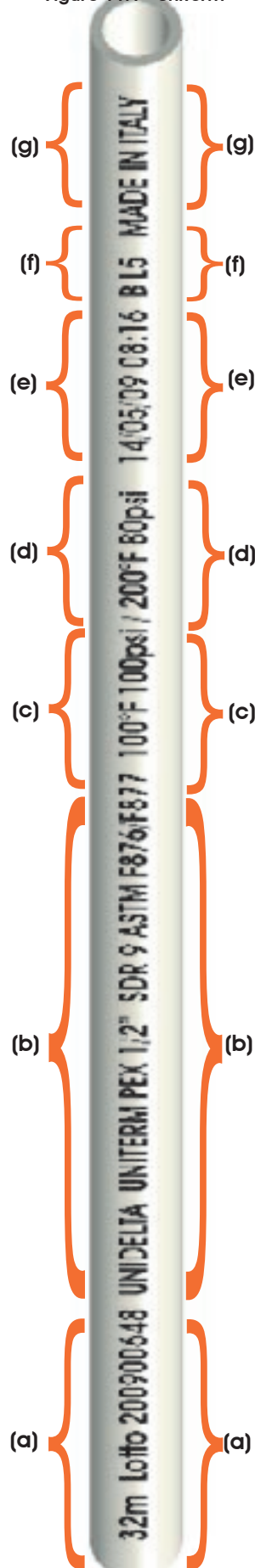
е) В L5

В – это одна из трёх производственных смен (А,В,С), L5 – это линия экструзии, на которой была выпущена труба.

ж) MADE IN ITALY

Трубы Unidelta выпускаются в Италии

Рисунок 11.1 - UniTerm
Figure 11.1 - UniTerm



11.5 Marking

Every metre of Unidelta UniTerm PEX pipe produced according to ASTM F876-F877 is marked and full details are given as to pipe's dimensions and applications together with other information necessary to find the product (Figure 11.1).

a) 32 m Lot 200900648

32m indicates the number of metres from the beginning of the coil (the metres of each coil are numbered progressively) and Lot 200900348 indicates the lot number.

b) UNIDELTA UNITERM PEX

Single layer pipe (UniTerm) manufactured by Unidelta.

c) 1/2" SDR 9 ASTM F876 / F 877

Pipe with nominal dimensions 1/2" and SDR 9. The pipe is manufactured according to ASTM F876 / F877.

d) 100°F 100psi / 200°F 80psi

The pipe could be used to the pressure of 100 psi (6,9 bar) with a temperature of 180°F (82,2°C) or to the pressure of 80 psi (5,5 bar) with a temperature of 200°F (93,3°C)

e) 14/05/09 08:16

14 indicates the day, 05 the month, 09 the year and 08:16 the time of production.

f) B L5

B is one of the three production shifts (A, B, C), L5 indicates the extrusion line from which the product was manufactured.

g) MADE IN ITALY

Unidelta pipes are manufactured in Italy.

11.6
Потери нагрузки

11.6
Head losses

Диаграмма 10.1 - Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с ASTM F876/F877: потери нагрузки при воде с температурой 10°C
 Diagram 11.1 - Unidelta PEX pipe according to ASTM F876/F877: head loss with water at 10°C

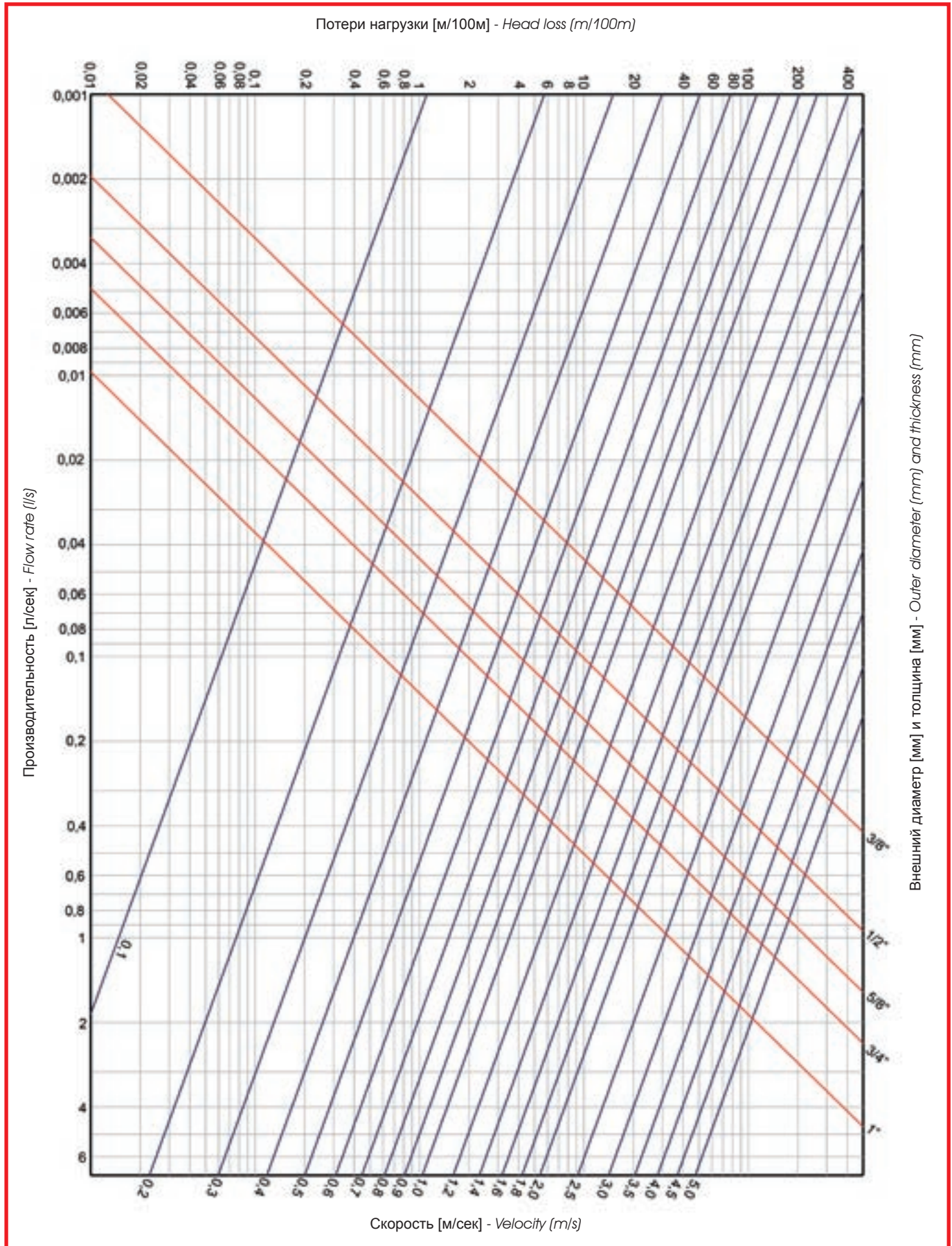


Диаграмма 10.2 - Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с ASTM F876/F877: потери нагрузки при воде с температурой 50°C
 Diagram 11.2 - Unidelta PEX pipe according to ASTM F876/F877: head loss with water at 50°C

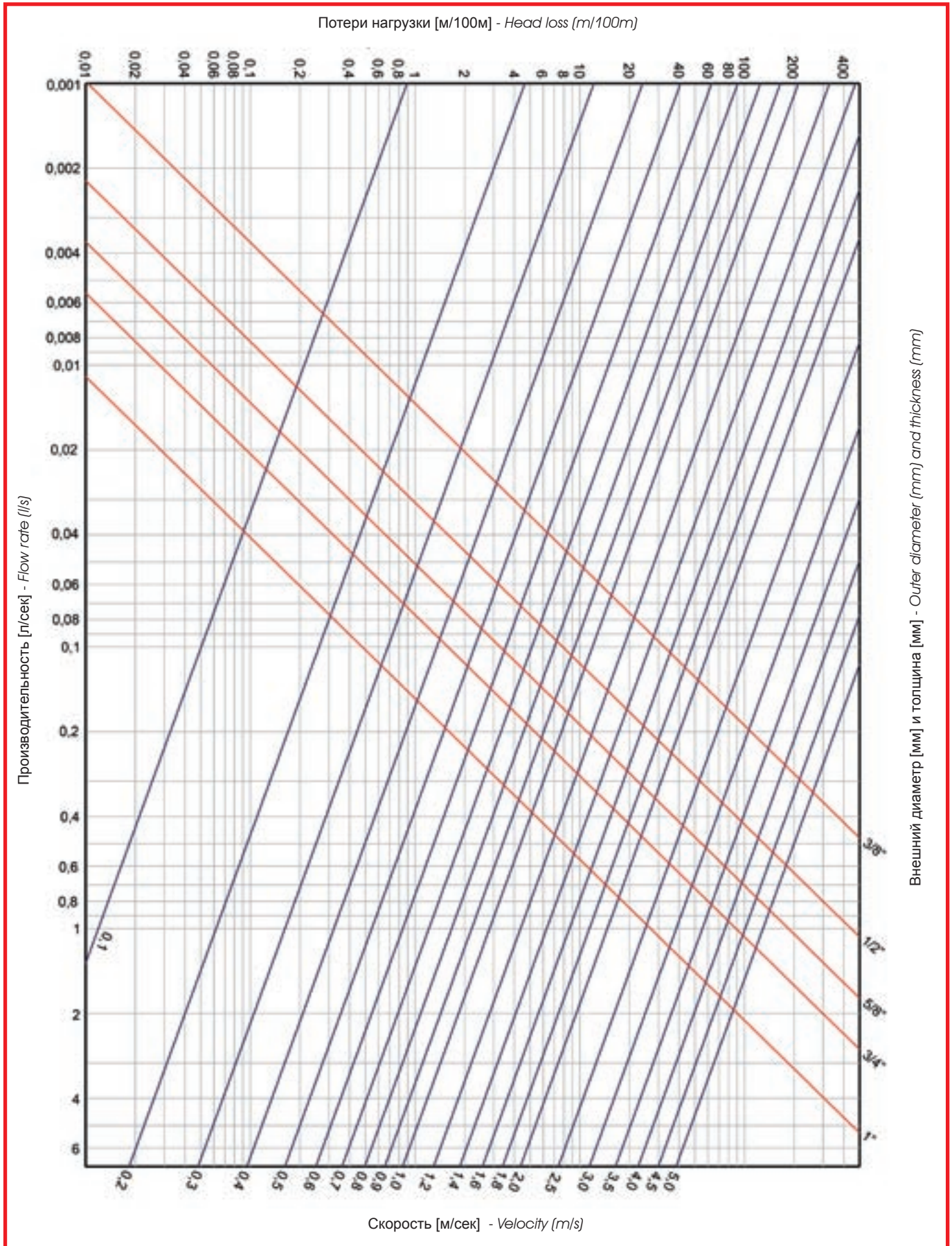
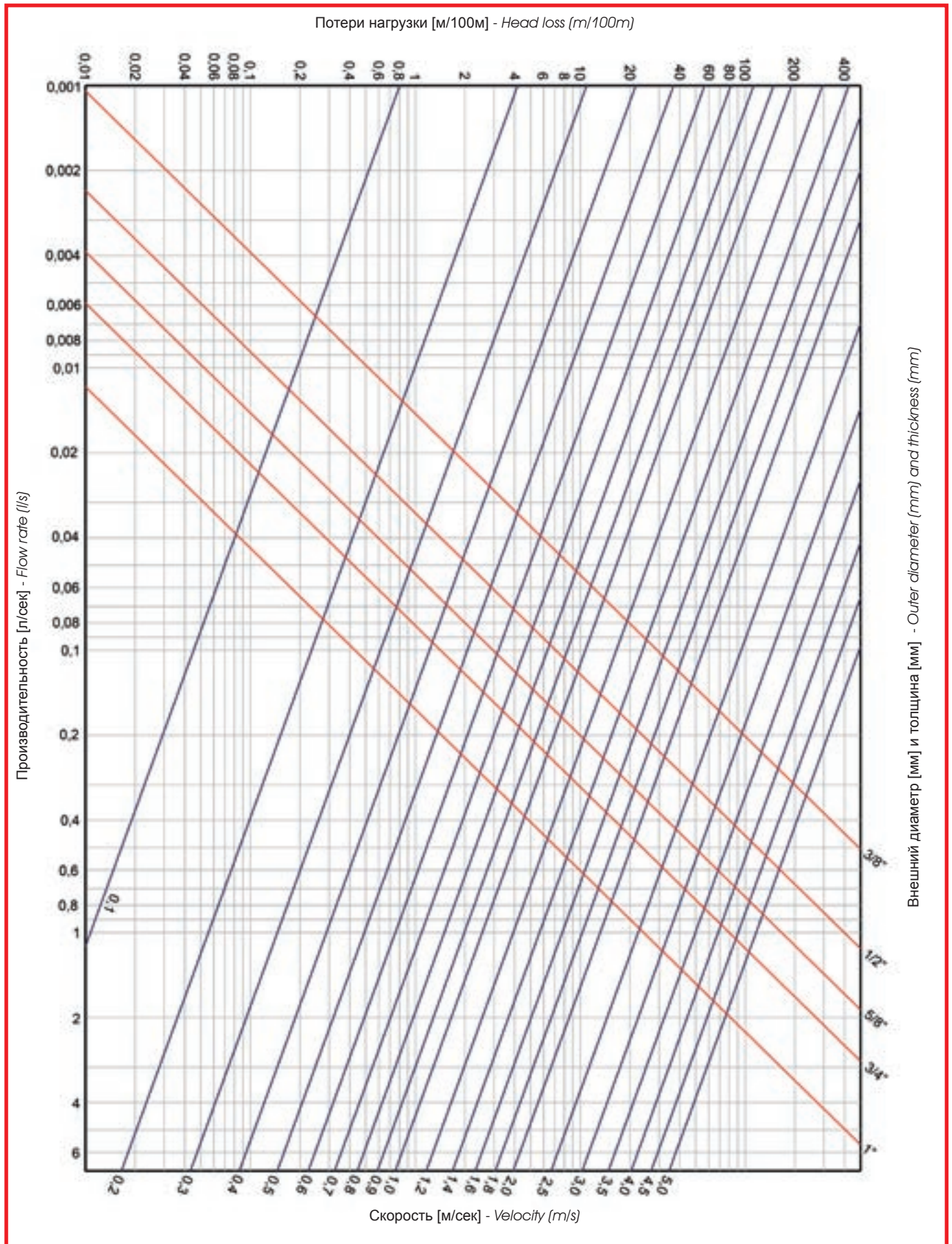


Диаграмма 10.1 - Трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена в соответствии с ASTM F876/F877: потери нагрузки при воде с температурой 80°C
 Diagram 11.3 - Unidelta PEX pipe according to ASTM F876/F877: head loss with water at 80°C



12.

**Съемная труба Unidelta PEX из сшитого
полиэтилена**

The Unidelta PEX pipe in pipe



12.1 Введение

Труба Unidelta PEX как однослойная, так и с барьером, предотвращающим проникновение газов, производится также в съёмном варианте. Труба вставляется в гофрированную оболочку соответствующего диаметра. Благодаря этой системе возможна быстрая и легкая замена поврежденных участков трубопровода, не прибегая к необходимости проводить трудоёмкие строительные работы. Используя трубы синего и красного цвета легко можно определить назначение трубопровода (горячая вода – холодная вода).

12.1 Introduction

Unidelta PEX pipes in single layer as well as gas permeability barrier versions, are also manufactured in extractable form. The pipes are inserted in a sheath (corrugated tube) with an adequate diameter. This solution allows damaged pipe sections to be easily and quickly replaced where necessary, avoiding major disruption of walls. Furthermore, by inserting pipes in colour-coded blue or red sheaths, the type of circuit can be easily identified (hot water – cold water).

Рисунок 12.1 – Съёмная труба UniTerm
Figure 12.1 - UniTerm Pipe in pipe



Рисунок 12.2 – Съёмная труба MultiTerm
Figure 12.2 - MultiTerm Pipe in pipe



12.2 Ассортимент

В приведенной ниже таблице указаны трубы, имеющиеся в наличии в съёмном варианте Где:

d_{eg}	Внешний диаметр оболочки
d_e	Внешний диаметр
e	толщина
Versioni	Имеющиеся версии трубы PEX из сшитого полиэтилена

12.2 The range

The following table lists the pipes available in extractable version where:

d_{eg}	External sheath diameter
d_e	External diameter
e	Thickness
Versioni	PEX pipe available version

Таблица 12.1 – Съёмные трубы UniTerm и MultiTerm: ассортимент
Table 12.1 - UniTerm and MultiTerm Pipe in pipe: the range

d_{eg} (mm)	d_e (mm)	e (mm)	Versioni
25	12	1,1	UniTerm MultiTerm
25	12	1,7	UniTerm
25	12	2,0	UniTerm MultiTerm
25	15	1,5	MultiTerm
25	15	2,0	UniTerm
25	15	2,5	UniTerm MultiTerm
25	16	1,5	UniTerm MultiTerm
25	16	1,8	UniTerm MultiTerm
25	16	2,0	UniTerm MultiTerm
25	16	2,2	UniTerm MultiTerm
32	17	2,0	UniTerm MultiTerm
32	18	2,0	UniTerm MultiTerm
32	18	2,5	UniTerm MultiTerm
32	20	1,9	UniTerm MultiTerm
32	20	2,0	UniTerm MultiTerm
32	20	2,8	UniTerm
40	22	2,0	UniTerm MultiTerm
40	22	3,0	UniTerm MultiTerm
40	25	2,3	UniTerm MultiTerm
40	25	3,5	UniTerm
40	28	2,6	UniTerm
40	28	4,0	UniTerm

13.

**Определение гидравлических
параметров: потеря напора при
транспортировке воды**

Hydraulic design:

head losses due to water conveyance

13.1

Потеря напора при транспортировке воды

Одна из особенностей труб из сшитого полиэтилена – наличие абсолютно гладких внутренних поверхностей даже после многолетней эксплуатации, что уменьшает потери напора. Последнюю можно рассчитать благодаря применению формулы Дарси-Вейсбаха:

$$J = \lambda \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot d_i}$$

где:

J – потеря напора, выраженная в метрах водяного столба на 1 метр трубопровода;
v – скорость жидкости [м/с], которая обычно не превышает значение 2.5÷3 м/с;
 d_i – внутренний диаметр трубы [м];
g – ускорение свободного падения равное 9.81 м/с²
 λ – коэффициент потери, значение которого зависит от условий движения жидкости и от её физических характеристик (плотность и вязкость).

Для потока воды на участке турбулентного режима или при постоянном турбулентном движении необходимо применять коэффициент λ , рассчитываемый формулой Кольбрука:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log \left(\frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon}{3.715 \cdot d_i} \right)$$

где ε – абсолютная шероховатость поверхности трубы [м], Re – безразмерное число Рейнольдса:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot d_i}{\mu}$$

ρ – плотность воды [кг/м³] и μ – динамическая вязкость воды [кг/м·с], обе изменяются в зависимости от температуры.

13.1

Head losses due to water conveyance

One feature of cross-linked polyethylene pipe is its extremely smooth inner surfaces, even after years of use, and hence reduced head losses, which can be calculated using Darcy-Weisbach's formula:

where:

J is the head loss expressed in metres of column of water per metre of pipe;
v is the velocity of the fluid [m/s] which does not usually exceed 2.5÷3 m/s;
 d_i is the inner diameter of the pipe [m];
g is the acceleration of gravity equal to 9.81 m/s²
 λ is the loss coefficient, the value of which depends on the conditions of flow and the fluid's physical properties (density and viscosity).

For flows of water in turbulent transition or in purely turbulent movement, the expression of λ that best reflects experimental data is that of Colebrook:

where ε is the absolute roughness of the pipe [m] and Re is Reynolds number:

ρ is the density of the water [kg/m³] and μ is the water's dynamic viscosity of the water [kg/m·s], both functions of temperature.

Таблица 13.1 – Некоторые характеристики воды
 Table 13.1 - Some water properties

T [°C]	ρ (Kg/m ³)	μ (Kg/m·s)	$\nu = \mu/\rho$ (m ² /s)
0	1000,0	1,750·10 ⁻³	1,750·10 ⁻⁶
10	1000,0	1,298·10 ⁻³	1,298·10 ⁻⁶
20	998,4	1,004·10 ⁻³	1,005·10 ⁻⁶
30	995,7	8,008·10 ⁻⁴	8,042·10 ⁻⁷
40	991,7	6,547·10 ⁻⁴	6,601·10 ⁻⁷
50	987,7	5,461·10 ⁻⁴	5,529·10 ⁻⁷
60	982,7	4,663·10 ⁻⁴	4,745·10 ⁻⁷
70	977,1	4,004·10 ⁻⁴	4,098·10 ⁻⁷
80	971,9	3,511·10 ⁻⁴	3,613·10 ⁻⁷
90	964,8	3,126·10 ⁻⁴	3,241·10 ⁻⁷
100	957,9	2,790·10 ⁻⁴	2,913·10 ⁻⁷

T Температура
 ρ Плотность
 μ Динамическая вязкость
 ν=μ/ρ Кинематическая вязкость

T *Temperature*
 ρ *Density*
 μ *Dynamic Viscosity*
 ν=μ/ρ *Kinematic viscosity*

В диаграммах потери напора, приведенных в данном пособии, отмечены кривые J, выраженные в метрах водяного столба на 100 метров трубопровода [м/100м] из труб сшитого полиэтилена при температуре воды 10°C, 50°C и 80°C.

The head loss diagrams in this handbook show J curves expressed in metres of column of water per 100 metres of pipe [m/100m] for cross-linked polyethylene pipes at water temperatures of 10°C, 50°C and 80°C.

13.2 Примеры

Примеры 1.

Необходимо рассчитать диаметр трубы (согласно EN ISO 15875) для транспортировки 0,2 л/с на 100 метров при температуре 50°C и давлении на входе - 7 бар, учитывая потерю напора в 1 бар.

Потеря напора в 1 бар на 100 метров трубопровода в метрах водяного столба равна приблизительно 10 м/100м (1м водяного столба равнозначен 0,0981 бар). На диаграмме 7.2, отображающей потери напора в трубах Unidelta Pex согласно EN ISO 15875 при температуре 50°C, точка, соответствующая искомому расходу и потере напора, находится между 2-мя линиями: линией, обозначающей трубу 20x2,8 и линией, обозначающей трубы 20x2 и 22x3 (см. фрагмент, приведенный на рисунке 13.1).

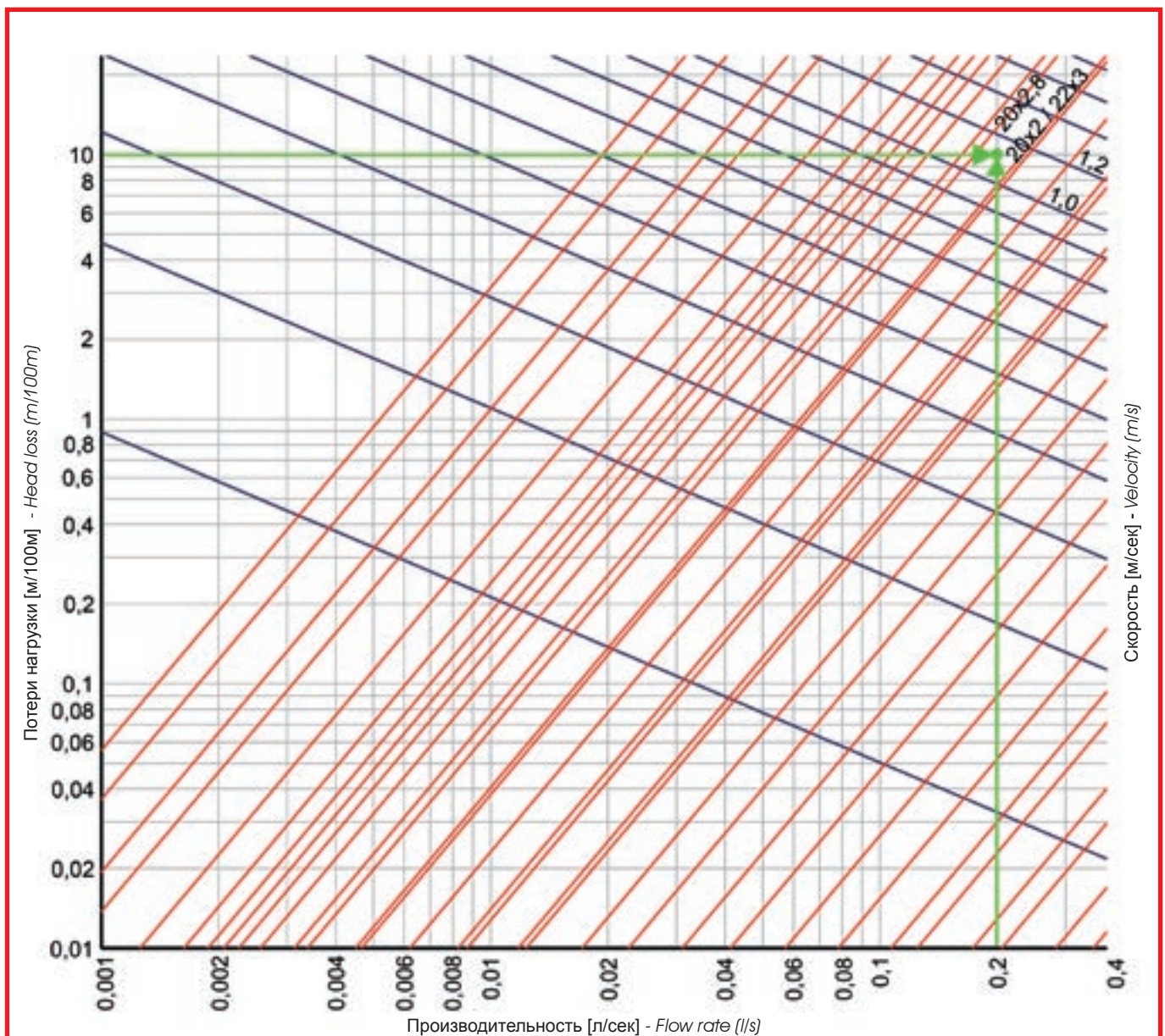
13.2 Examples

Example 1.

We wish to determine the tube diameter necessary (according to EN ISO 15875) to transport 0.2 l/s of water for 1000 metres at 50°C, with an input pressure of 7 bar, allowing for a load loss of 1 bar.

The load loss of 1 bar per 100 metres of piping expressed in water column metres is equal to approx. 10m/100m (1m water column equals 0.0981 bar). In Figure 7.2 indicating load loss of Unidelta PEX pipes according to EN ISO 15875 at a temperature of 50°C, the point corresponding with the volume and load loss required is between 2 lines: The point identified by pipe 20x2.8 and the point identified by pipes 20x2 and 22x3 (see detailed description in Figure 13.1).

Рисунок 13.1 – Фрагмент графика потерь напора в трубах Unidelta PEX EN ISO 15875 при 50°C
Figure 13.1 - Load loss graph detail for Unidelta PEX EN ISO 15875 pipes at 50°C



13.2

Так как при использовании трубы 20x2,8 потеря напора превышает 1 бар, то необходимо выбрать две другие трубы. Учитывая, что максимальное запрашиваемое давление - 7 бар, советуем использовать трубы 22x3, сопротивление которых больше давления, и они способны выдерживать давление в 7 бар в любой категории применения (см. таблицу 7.2). Согласно графику фактическая потеря напора в трубе Unidelta PEX 22x3 - 8 м/100м (0,8 бар на 100м) и скорость жидкости - 1 м/с.

Давление на выходе из трубопровода, таким образом, будет 7 бар - 0,8 бар = 6,2 бар.

Пример 2

Необходимо подсчитать потерю напора и скорость воды внутри участка длиной 150 метров трубы Unidelta PEX 32x4,4 согласно DIN 16892-16893 с расходом 1 литр в секунду при температуре 10°C и 80°C.

Согласно диаграмме 9.1 и 9.3 (см. фрагменты, приведенные на рисунках 13.2 и 13.3) запрашиваемому расходу соответствует скорость воды, одинаковая в обоих случаях - 2,4 м/с, так как она зависит не от температуры, а от сечения прохода и от расхода. Потеря напора, будучи в зависимости от вязкости и от плотности жидкости, составляет 27 м/100м при 10°C и 20 м/100м при 80°C.

Потеря напора на участке водопровода длиной 150м, таким образом, будет:

$$J = 27 \cdot \frac{150}{100} = 40,5 \text{ м} = 4 \text{ бар} \quad \text{fluido a } 10^\circ\text{C}$$

$$J = 20 \cdot \frac{150}{100} = 30 \text{ м} = 2,95 \text{ бар} \quad \text{fluido a } 80^\circ\text{C}$$

13.2

Since using pipe 20x2.8 would result in a load loss greater than 1 bar, one of the other two pipes must be chosen. The maximum required pressure is 7 bar; therefore, the 22x3 pipe is recommended since it has a higher pressure resistance and is able to tolerate 7 bar in any category of application (see Table 7.2). The graph indicates that the Unidelta PEX 22x3 pipe has an effective load loss of 8m/100m (0.8 bar over 100m) and a flow speed of 1m/s.

The output pressure, therefore, is 7 bar - 0.8 bar = 6.2 bar.

Example 2

We wish to calculate the load loss and water flow speed inside a Unidelta PEX 32x4.4 pipe according to DIN 16892-16893, 150m long with a capacity of 1 litre per second at a temperature of 10°C to 80°C.

Diagram 9.1 and 9.3 (see details in Figure 13.2 and 13.3) each referring to the capacity required, indicate that the flow speed in both cases is 2.4m/s, since the speed does not depend on the temperature but rather on the cross-section and volume. The load loss, depending on the viscosity and density of the liquid, is 27m/100m at 10°C and 20m/100m at 80°C.

Therefore, the load loss for a pipe 150m long is as follows:

Рисунок 13.2 – Фрагмент графика потери напора в трубах Unidelta PEX согласно DIN 16892-16893 при 10°C
 Figure 13.2 - Load loss graph detail for Unidelta PEX EN ISO 15875 pipes at 50°C

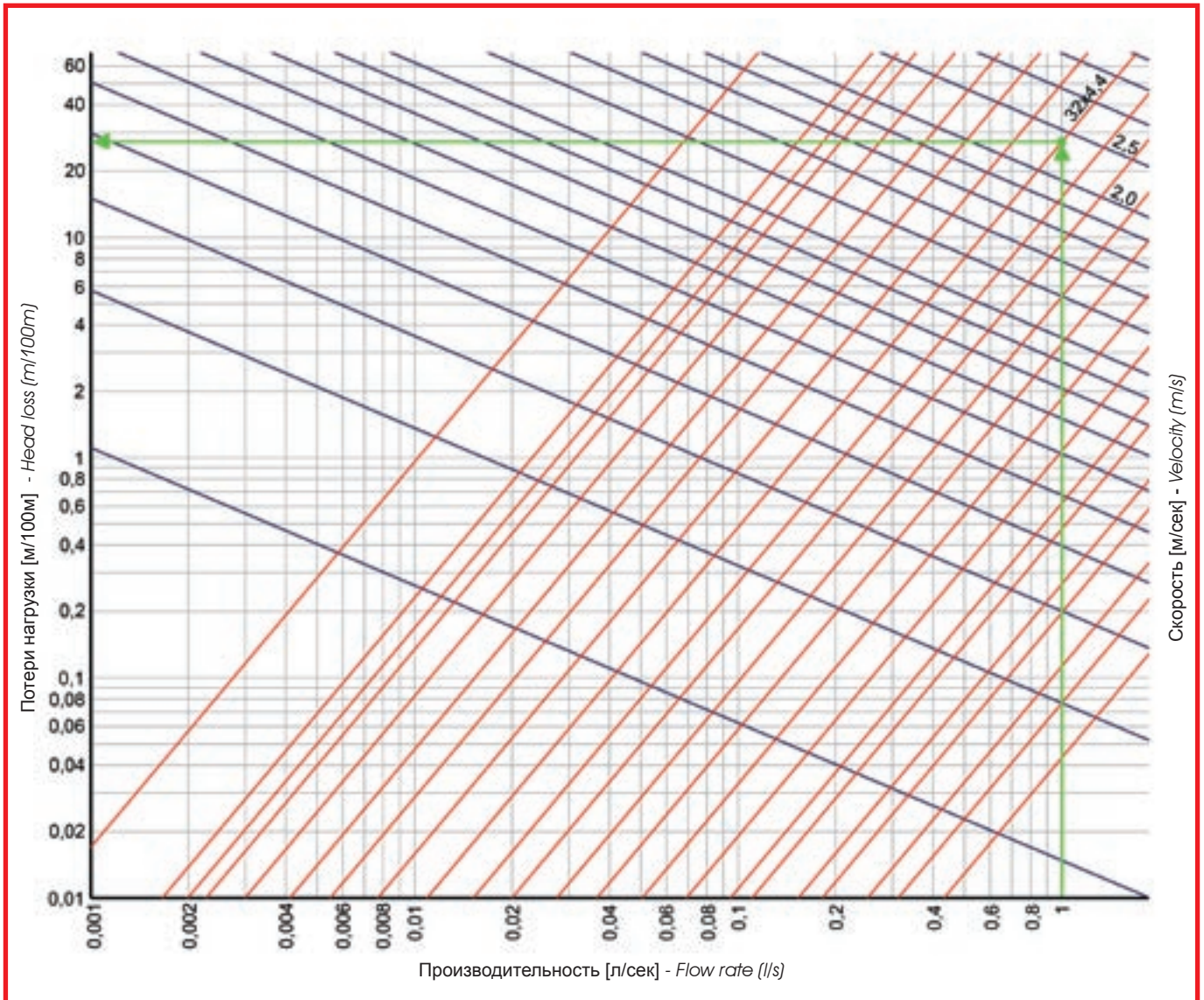
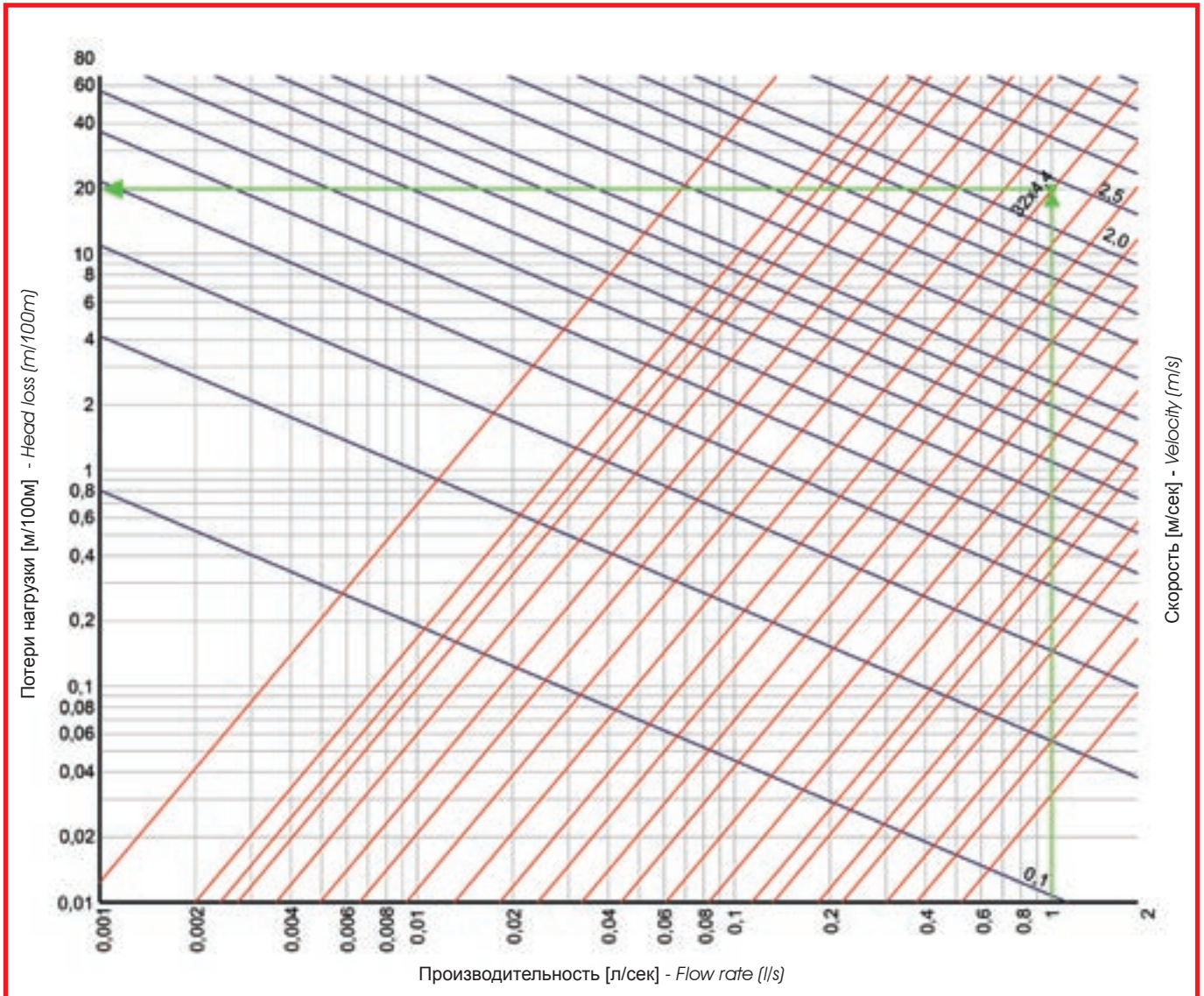


Рисунок 13.3 – Фрагмент графика потери напора в трубах Unidelta PEX согласно DIN 16892-16893 при 80°C
 Figura 13.3 - Load loss graph detail for Unidelta PEX EN ISO 15875 pipes at 50°C



14.

**Установка: компенсация тепловых
изменений длины**

***Installation: compensation for thermal
length variations***

14.1 Введение

Приведенные далее соображения частично основываются на нормативном проекте UNI ENV 12108:2003 «Пластмассовые трубопроводы – Руководство по установке в зданиях систем напорных трубопроводов для горячей и холодной воды, предназначенной для потребления человеком».

Из-за температурных перепадов трубы из пластмассовых материалов подвергаются изменениям по длине, сжатию или расширению, которые можно рассчитать с помощью следующего выражения:

$$\Delta L = \alpha \cdot \Delta T \cdot L$$

Где:

- ΔL Изменение длины в миллиметрах [мм], вызванное изменением температуры ΔT , которому подвергается труба по отношению к температуре укладки.
- L Длина трубы в метрах [м]
- α Коэффициент среднего теплового линейного расширения, для сшитого полиэтилена имеет значение 0.19 мм/м·К.

Описанное выше выражение было представлено в виде диаграммы для труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена, на диаграмме 14.1.

На ней можно увидеть, что линейное тепловое расширение DL не зависит от диаметра трубы. Изменения длины пластмассовых труб обычно больше по сравнению с изменениями, которые происходят в трубах из металлического материала. Можно проверить существующую разницу между коэффициентами среднего теплового линейного расширения некоторых из них (таблица 14.1).

14.1 Introduction

The following considerations are partially based on design standard UNI ENV 12108:2003 'Plastic piping systems – Guidance for the installation inside buildings of pressure piping systems for hot and cold water intended for human consumption.'

Due to temperature changes, plastic pipes in general are subject to changes in length, namely contraction and expansion, which can be calculated using the following formula:

where:

- ΔL is the variation in length in millimetres due to the change in temperature ΔT to which the pipe has been subject;
- L is the length of the pipe in metres [m];
- α is the average coefficient of linear thermal expansion – for PEX the value is 0.19 mm/m·K.

The above formula is plotted in diagram 14.1 for Unidelta PEX pipes.

It is clear that linear thermal expansion (DL) does not depend on the pipe diameter.

Changes in length in plastic pipe are usually higher than in metal pipe. It is in fact possible to verify the existing distance between the mean coefficients of linear thermal expansion for some of them (table 14.1).

Таблица 14.1 – Коэффициент теплового расширения
Table 14.1 - Coefficients of thermal expansion

Тип трубы Material Type	α (mm/m°C)
Медь Copper	0,017
Сталь Steel	0,012
Чугун Cast Iron	0,010
PEX	0,190
PP-R	0,180

14.1

Благодаря выражению

$$\Delta L = \alpha \cdot \Delta T \cdot L$$

определяется деформация ε , которой подвергается труба, если бы она могла свободно менять свою длину:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} = \alpha \cdot \Delta T$$

если длина не может изменяться из-за креплений, внутри стенки трубы создаётся осевое напряжение, равное:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon = E \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

где E – это модуль упругости [N/m^2].

Несмотря на то, что сшитый полиэтилен имеет высокий коэффициент расширения по сравнению с металлическими материалами, напряжение, которое создаётся внутри стенок трубы не очень высокое. Это происходит благодаря его модулю упругости E , который довольно низкий и компенсирует значение коэффициента расширения. При изменении температуры на $10^\circ C$ получается следующее:

Таблица 14.2 – Напряжение, которое создаётся в трубах из различных материалов при скачке на $10^\circ C$ (предполагая предотвратить расширение)
 Table 14.2 - Demands made on pipes of various materials with a fluctuation of $10^\circ C$ (assuming expansion is avoided)

Материал Material	Деформация Deformation	Модуль упругости при $20^\circ C$ Tensile modulus at $20^\circ C$	Усилие Effort
PEX	$\varepsilon = 0.00190 \text{ m/m}$	$E_{PEX} \cong 1100 \text{ MPa}$	$\sigma = 1.27 \text{ MPa}$
Медь COPPER	$\varepsilon = 0.00017 \text{ m/m}$	$E_{Copper} \cong 94000 \text{ MPa}$	$\sigma = 15.98 \text{ MPa}$
Сталь STEEL	$\varepsilon = 0.00012 \text{ m/m}$	$E_{Acialab} \cong 206000 \text{ MPa}$	$\sigma = 24.72 \text{ MPa}$

Таким образом, сшитый полиэтилен является материалом с большой способностью поглощения расширений на межмолекулярном уровне. Во многих случаях это позволяет устанавливать трубопроводы, полностью блокируя их и, следовательно, предотвращая расширения. Когда же используются крепёжные точки, они должны распределяться вдоль трубы, создавая систему компенсации изменений длины с помощью изменений направления.

14.1

Expression

can be used to calculate deformation ε which the pipe would undergo if its length were free to vary:

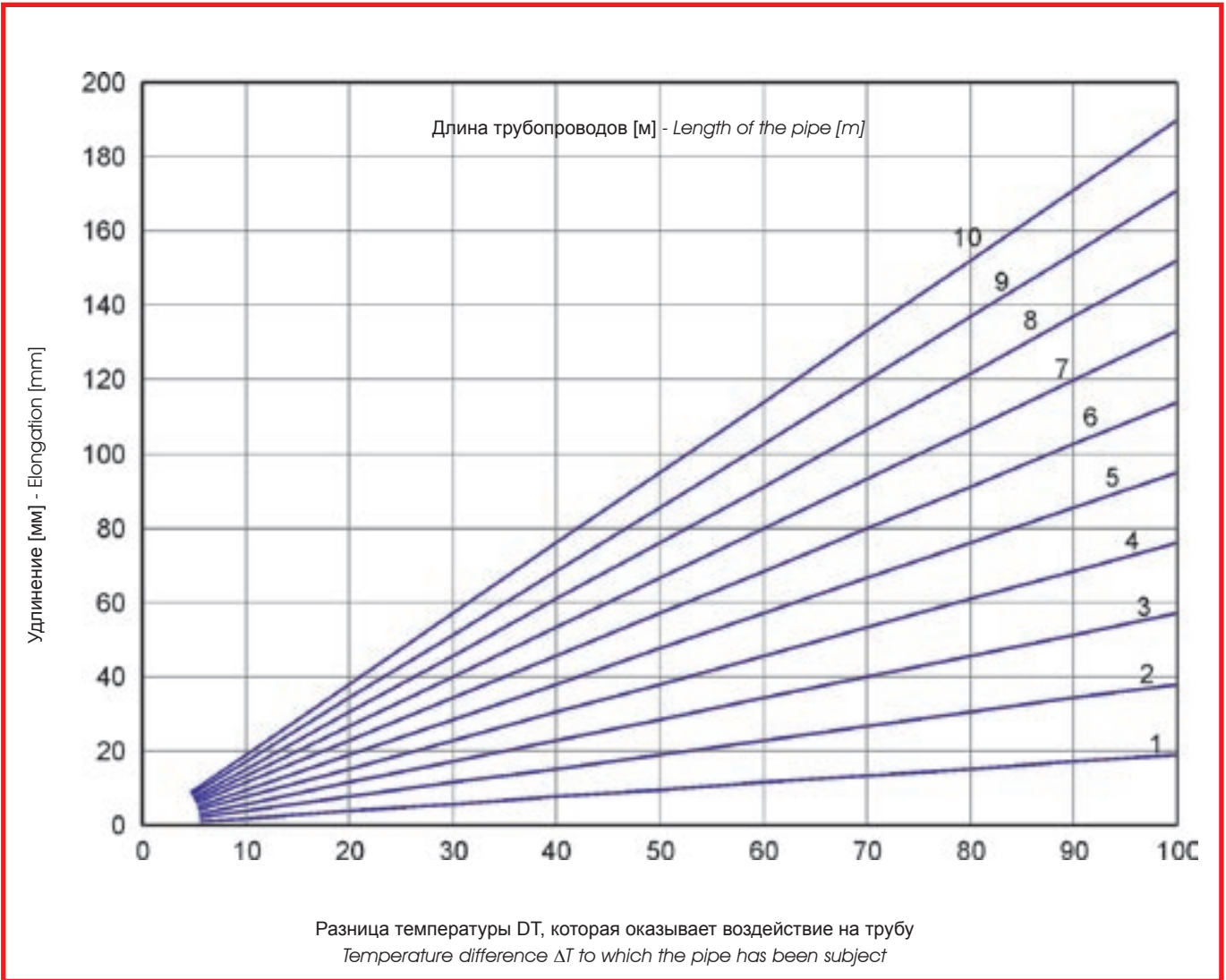
If the change in length were prevented by anchorage points, there would be an axial stress inside the wall of the pipe equal to:

where E is the modulus of elasticity [N/m^2].

Although cross-linked polyethylene has a high coefficient of expansion compared with metals' one, the stresses generated inside the wall of the pipe are not high. This is due to the modulus of elasticity E , which is relatively low and compensates the coefficient of expansion. With a $10^\circ C$ variation in temperature we have the following:

Cross-linked polyethylene is therefore a material with a great ability to absorb dilation at an inter-molecular level. As a result in many cases pipes can be locked tightly in such a way to prevent dilation. However when anchor points are used they need to be distributed along the pipe to compensate changes in length by means of changes in direction.

Диаграмма 14.1 – Расширение/концентрация трубопроводов из сшитого полиэтилена
 Diagram 14.1 - Cross-linked polyethylene pipes expansion/contraction



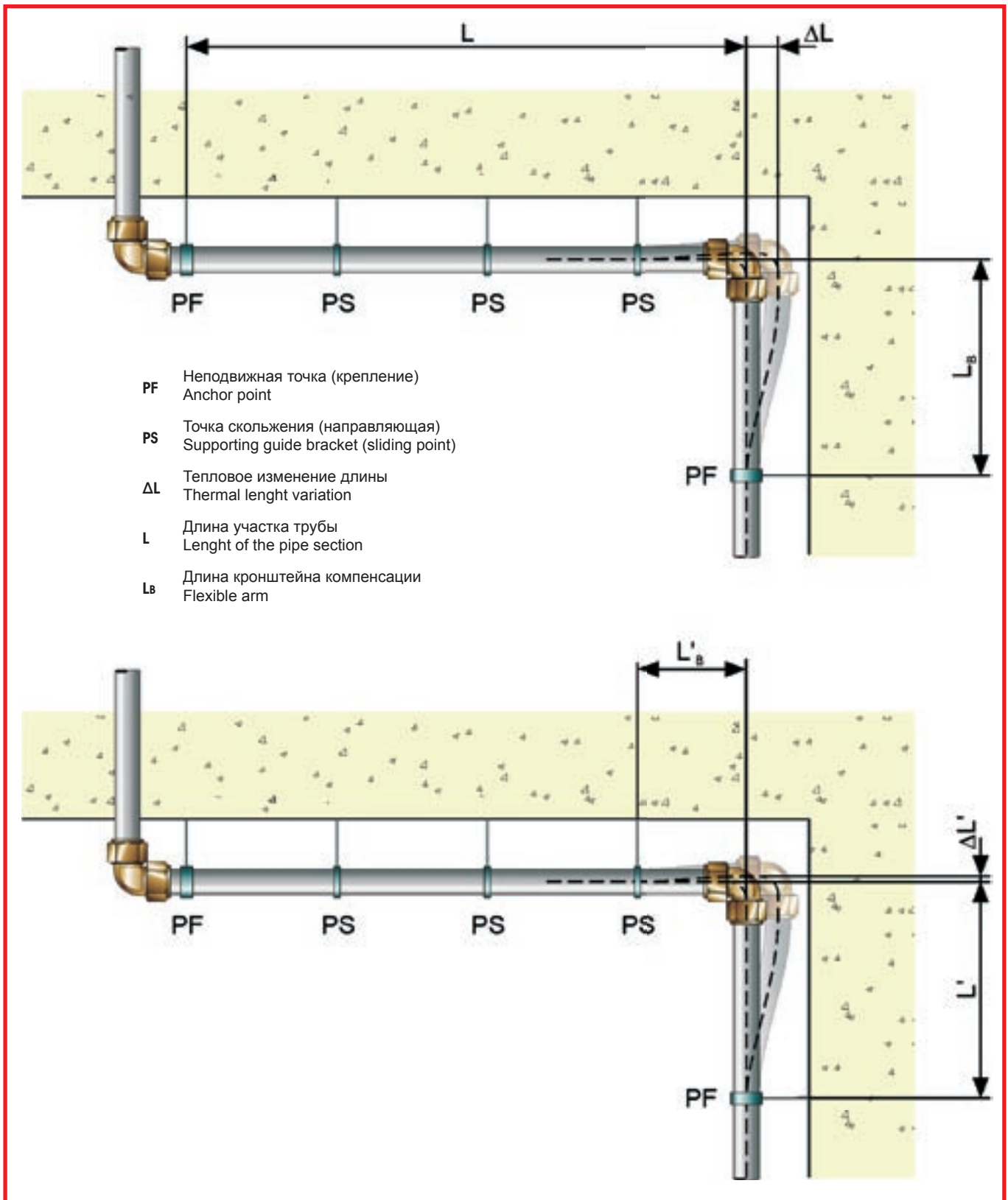
14.2 Компенсация гибким кронштейном

Данный тип конфигурации даёт возможность компенсировать изменение длины одного участка трубопровода L , путём сгибания прямоугольного участка трубопровода на первом L_B .

14.2 Flexible arm compensation

With this type of configuration the variation in length of a section of pipe L can be compensated by flexing the section of pipe at right angles to the first L_B .

Рисунок 14.1 – Установка с компенсацией гибким кронштейном
Figure 14.1 - Installation with flexible arm compensation



14.2

В подобном случае гибкий кронштейн должен иметь длину, достаточную для гарантии компенсации; неподвижные точки и точки скольжения должны отделять трубу от стены таким образом, чтобы дать трубопроводу возможность деформироваться.

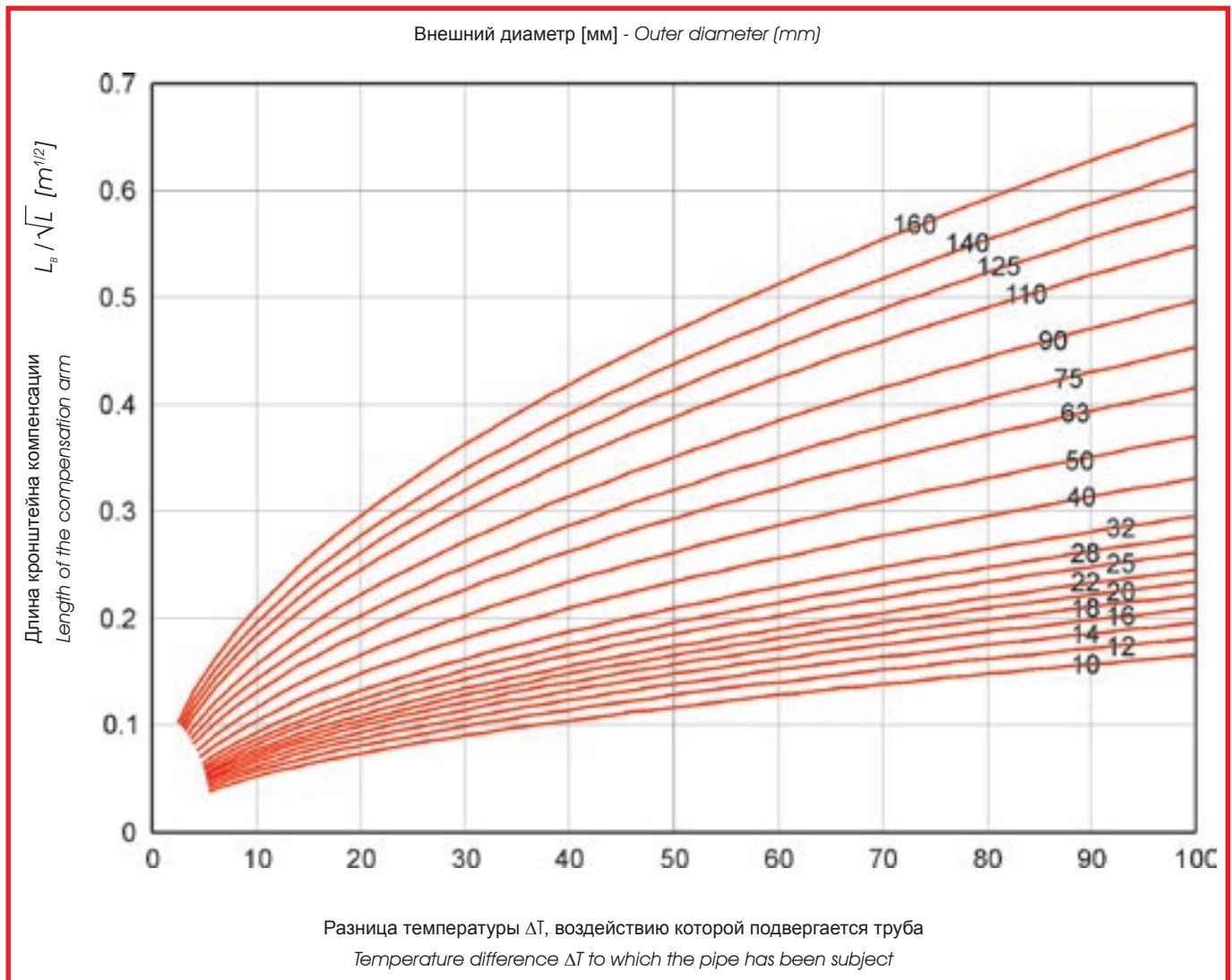
В диаграмме 14.2 приводится отношение между длиной гибкого кронштейна L_b и квадратным корнем длины компенсируемого участка L , в зависимости от внешнего диаметра трубы d_e и разницы температуры ΔT , воздействию которой подвергается труба.

14.2

In this case the flexible arm must be long enough to guarantee compensation. The fixed and sliding points must distance the pipe from the wall so as to allow deformation of the pipe.

Diagram 14.2 shows the ratio between the length of the flexible arm L_b and the square root of the length to compensate L as a function of the outer diameter of the pipe d_e and the difference between current room temperature and the laying temperature ΔT .

Диаграмма 14.2 - Установка с компенсацией гибким кронштейном
Diagram 14.2 - Installation with flexible arm compensation



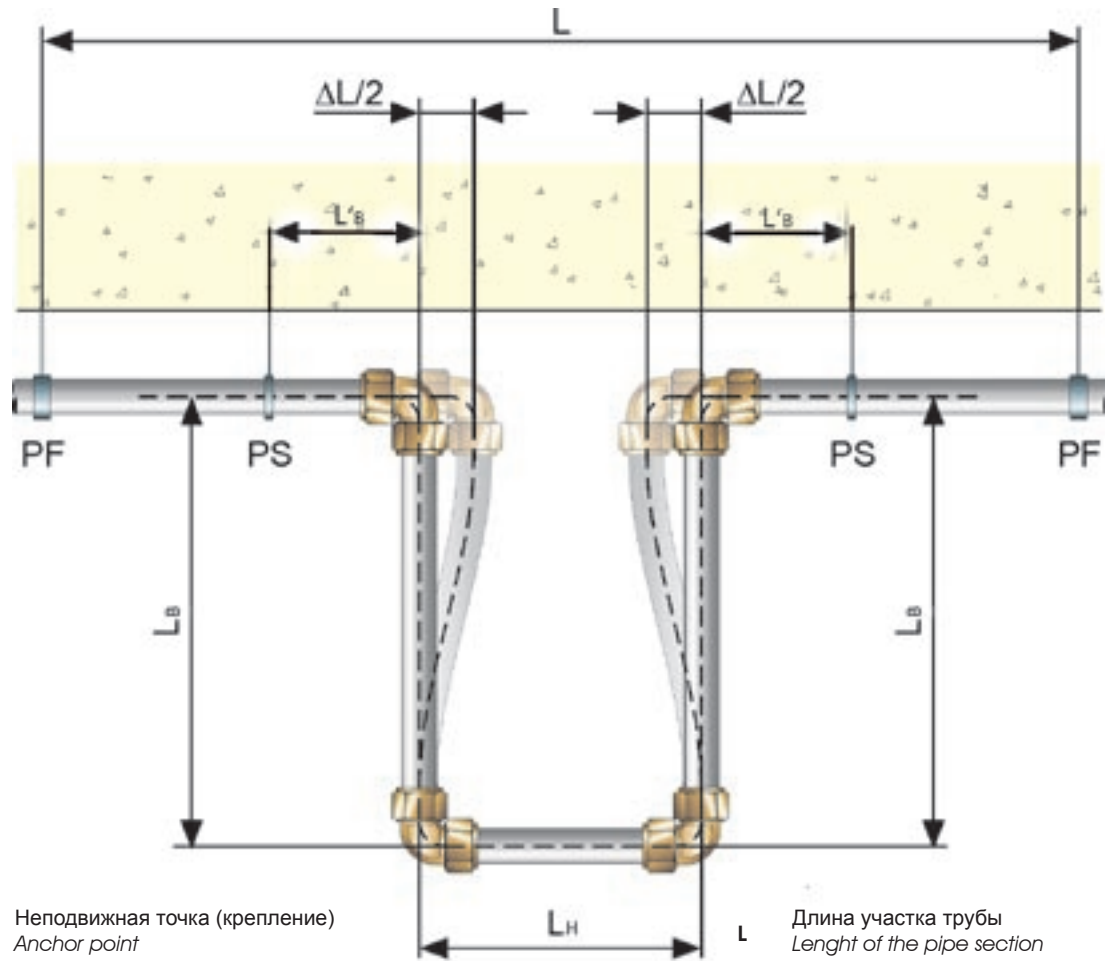
14.3 Омега компенсация

Данный тип конфигурации позволяет компенсировать разницу длины участка трубопровода L, путём сгибания двух кронштейнов L_B , которые составляют омегу компенсации.

14.3 Omega compensation

With this type of configuration the variation in length of a section of pipe L can be compensated by flexing the two arms L_B forming the compensation omega.

Рисунок 14.2 – Установка с омега компенсацией
Figure 14.2 - Installation with "omega" compensation



PF Неподвижная точка (крепление)
Anchor point

PS Точка скольжения (направляющая)
Supporting guidebracket (sliding point)

ΔL Тепловое изменение длины
Thermal length variation

L Длина участка трубы
Length of the pipe section

L_B Длина кронштейна компенсации
Length of the omega

L_H Длина омега компенсации
Width of the omega

14.3

Когда невозможно использовать изменения в направлении трубы, можно изготавливать системы омега компенсации, создавая два симметричных кронштейна компенсации, как показано на рисунке 14.2. В данном случае, для расчёта длины L_B можно использовать диаграмму 14.2, принимая во внимание, что L равняется половине общей длины трубопровода.

Центральный участок L_H омеги может быть равен кронштейну L_B . В данном случае омега будет квадратной или же омега будет прямоугольной, если он равняется $L_B/2$. Будет рассчитано также и значение L'_B , используя опять же диаграмму 14.2, но предположив, что L будет равняться L_B .

Кроме того, очень важно, чтобы длина LH учитывала следующие два условия:

- 1) $L_H \geq 2(R+d_e)$, где R – это радиус кривых на 90° , а d_e – это внешний диаметр трубы.
- 2) $L_H \geq \Delta L$, где ΔL – это максимальное расширение всего участка трубопровода (это необходимо, чтобы две верхние точки омеги не вступали в контакт).

14.4

Расстояние между опорами

Стандарт UNI ENV 12108:2003 указывает максимальное расстояние между двумя точками скольжения (PS) или между неподвижной точкой (PF) и точкой скольжения (PS). Неподвижные точки, которые также называются креплениями – это опоры, которые не дают трубе скользить. Точки скольжения, которые также называются направляющими, дают трубе возможность скользить при изменении длины.

Максимальные значения расстояния L приводятся в таблице 14.3.

14.3

When the change of direction of pipes cannot be exploited, an Omega compensation system can be created by means of two symmetrical compensation arms as shown in figure 14.2. In this case, to calculate the length L_B , diagram 14.2 can be used, considering L equal to half the overall length of the conduit.

The central portion L_H of the Omega system can be equal to the arm L_B . In this case, you will have a square Omega or equal to half $LB/2$ of the rectangular Omega. The LB value must be calculated referring always to diagram 14.2, but considering L equal to L_B .

It is essential that the length L_H complies with the following two conditions:

- 1) $L_H \geq 2(R+d_e)$ where R is the 90° bend radius and d_e is the external diameter of the pipe.*
- 2) $L_H \geq \Delta L$ where ΔL is the maximum dilation of the entire portion of the conduit (this is to prevent the two upper vertices of the Omega come into contact).*

14.4

Distance between the supports

Standard UNI ENV 12108:2003 recommend the maximum distances between two sliding points (PS) or between a fixed point (PF) and a sliding point (PS). The fixed points – also called anchorage points – are supports that do not allow the pipe to move. The sliding points – i.e. the guides – leave the pipe free to expand and contract following changes in length (see also Table 14.3).

Рисунок 14.3 – Подвесная установка
Figure 14.3 - Suspended installation

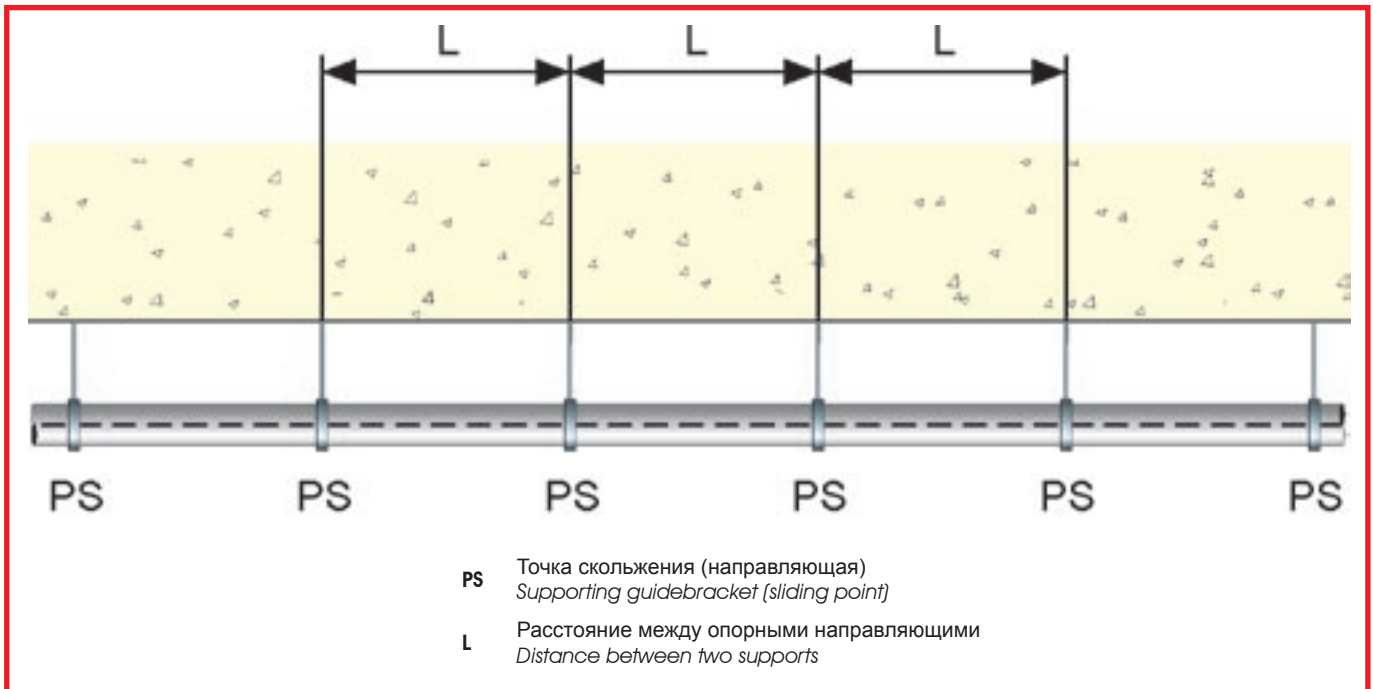


Таблица 14.3 – Расстояния между опорами
Table 14.3 - Distance between supports

d_e (mm)	L (mm)	
	Холодная вода - Cold water	Горячая вода - hot water
$d_e \leq 16$	750	400
$16 < d_e \leq 20$	800	500
$20 < d_e \leq 25$	850	600
$25 < d_e \leq 32$	1000	650
$32 < d_e \leq 40$	1100	800
$40 < d_e \leq 50$	1250	1000
$50 < d_e \leq 63$	1400	1200
$63 < d_e \leq 75$	1500	1300
$75 < d_e \leq 90$	1650	1450
$90 < d_e \leq 110$	1900	1600

14.5 Примеры

Пример 1

Необходимо определить изменения длины 70-и метрового трубопровода, когда его температура с 20°C поднимается до 50°C и с 55°C опускается до -5°C.

В первом случае изменение температуры составляет: $\Delta T = 50^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 30^\circ\text{C}$. Поскольку диаграмма 10.1 предусматривает трубопроводы длиной не более 10 метров, можно рассчитать удлинение для 7-ми метрового участка, а затем умножить его на 10. При температуре $\Delta T = 30^\circ\text{C}$ 7-и метровый участок подвергается изменению длины равной 40 мм, следовательно, общее удлинение составит 400 мм.

Во втором случае изменение: $\Delta T = -5^\circ\text{C} - 55^\circ\text{C} = -60^\circ\text{C}$, отрицательное, следовательно, удлинение должно пониматься, как сжатие. При температуре $\Delta T = 60^\circ\text{C}$ 7-и метровый участок подвергается изменению длины равной 80 мм, следовательно, общее сокращение длины составит 800 мм.

Пример 2

Необходимо определить длину гибкого кронштейна, необходимого для компенсации участка трубопровода длиной 10 метров и диаметром 75 мм, который подвергается воздействию изменения температуры не более 30°C.

На диаграмме 14.2 для внешнего диаметра $d_e = 75$ мм и разницы температуры $\Delta T = 30^\circ\text{C}$ определяется следующее:

$$\frac{L_b}{\sqrt{L}} = 0.25$$

и, следовательно

$$L_b = 0.25 \cdot \sqrt{10} = 0.79 \text{ m}$$

гибкий кронштейн компенсации должен иметь длину не менее 80 см.

Сейчас можно выполнить расчёт L'_b , предположив, что $L = L_b$ и используя диаграмму 14.2. Таким образом, получается:

$$\frac{L'_b}{\sqrt{L_b}} = 0.25$$

И, следовательно

$$L'_b = 0.25 \cdot \sqrt{0.79} = 0.23 \text{ m}$$

14.5 Examples

Example 1

Let us suppose we wish to determine the changes in length of a 70-metre pipe when the temperature changes from 20°C to 50°C and from 55°C to -5°C.

In the former case the temperature variation is $\Delta T = 50^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 30^\circ\text{C}$. Since diagram 10.1 covers pipes with a maximum length of 10 metres, elongation can be calculated for a 7-metre section and then multiplied by 10. With $\Delta T = 30^\circ\text{C}$ and the 7-metre section of pipe there is a variation in length of 40 mm, giving an overall elongation of 400 mm.

In the latter case the variation is $\Delta T = -5^\circ\text{C} - 55^\circ\text{C} = -60^\circ\text{C}$, negative, so the elongation must be considered as a contraction. With $\Delta T = 60^\circ\text{C}$ and the 7-metre section of pipe there is a variation in length of 80 mm, giving an overall elongation of 800 mm.

Example 2

Let us suppose we wish to determine the length of the flexible arm required to compensate a section of pipe 10 metres in length and 75 mm in diameter subjected to a maximum temperature variation of 30°C.

In diagram 14.2, reading off against outer diameter $d_e = 75$ mm and temperature difference $\Delta T = 30^\circ\text{C}$ gives:

and hence:

The flexible compensation arm must be at least 80 cm long.

Now L'_b can be calculated considering $L = L_b$ and always using diagram 14.2. The result is:

And therefore

14.5

Пример 3

Необходимо определить омегу компенсации, необходимую для участка трубопровода длиной 30 метров и диаметром 63 мм, который подвергается воздействию изменения температуры не более 30°C.

Для определения L_B используется диаграмма 14.2, учитывая, что L равняется половине общей длины трубопровода ($L=30/2=15$ м):

$$\frac{L_B}{\sqrt{L}} = 0.225$$

$$L_B = 0,225 \cdot \sqrt{15} = 0.87 \text{ м}$$

Сейчас необходимо выполнить расчёт L'_B , предположив, что $L=L_B$ и используя диаграмму 14.2.

$$\frac{L'_B}{\sqrt{L_B}} = 0.225$$

$$L'_B = 0,225 \cdot \sqrt{0,87} = 0.21 \text{ м}$$

Предположим, что будет использоваться квадратная омега, следовательно:

$$L_H = L_B = 0,87 \text{ м}$$

Конечно, значение L_H всегда должно быть выше максимального внутреннего расширения участка трубопровода, чтобы две верхние точки омеги не дотрагивались друг до друга.

Используя диаграмму 10.3, получается следующее условие:

$$\Delta L = 172 \text{ мм}$$

Поскольку в результате $\Delta L < L_H$, размеры омеги можно считать правильными.

14.5

Example 3

Let us suppose we wish to determine the compensation omega required for a 30-metre section of pipe diameter 63 mm undergoing a maximum temperature change of 30°C.

To calculate L_B , diagram 14.2 is used, considering L equal to half the overall length of the conduit ($L=30/2=15$ m):

Now L'_B must be calculated considering $L=L_B$ and always using diagram 14.2.

Suppose to use a square Omega, therefore:

Obviously, the L_H value must always be higher than the maximum dilation of the entire conduit to prevent the two upper vertices of the Omega from touching.

This condition can be verified by using diagram 10.3:

Being the result $\Delta L < L_H$, the sizing of the Omega can be considered correct.

15.

**Отдача труб Unidelta PEX из сшитого
полиэтилена в установках с напольным
отоплением**

***Efficiency of Unidelta PEX pipes in underfloor
heating systems***

15.1 Введение

Ниже описываются основные понятия, формулы и диаграммы, используемые для определения размеров напольных отопительных установок, которые выпускаются с применением труб Unidelta PEX из сшитого полиэтилена. Процедуры, проводимые для расчета отдач, температур, производительности и длины змеевиков, основываются на критериях стандарта EN 1264 «Обогрев пола – системы и компоненты».

Таким образом, более детальную информацию можно найти в данном стандарте или в другой специализированной документации.

15.2 Потребность в удельной теплоёмкости

Напольная отопительная установка излучает тепловую энергию, как в верхнем, так и в нижнем направлении, в зависимости от теплового сопротивления слоёв материала, из которых состоит пол над и под змеевиком. Поскольку полезная тепловая энергия – это та энергия, которая идёт вверх, то необходимо максимально сократить тепловой поток, идущий вниз, расположив слой изоляционного материала под змеевиками. Тепловая энергия отопительной установки (отдача) должна быть такой, чтобы она могла покрывать потребность в теплоёмкости Q в [w], которая необходима для помещения, принимая во внимание, что это зависит от внутренних и внешних окружающих условий, таких как: температура помещения, внешняя температура, присутствие ветра, воздействие солнечных лучей, расположение стен помещения, возможная тепловая энергия, вызванная присутствием отопления в расположенном выше помещении и т.д. Таким образом, удельный тепловой поток q в [w/m²], направленный вверх – это количество тепла, которое необходимо для помещения на единицу площади:

$$q = \frac{Q}{A_f}$$

Где:

A_f – это площадь пола [m²].

Удельный тепловой поток q – это значение, на котором основываются размеры отопительной установки с отопительными панелями.

15.1 Introduction

The basic concepts, formulas and diagrams used for selecting the size of underfloor heating systems using Unidelta PEX pipes are set out below. The methods used for calculating efficiencies, temperatures, capacities and coil lengths are based on the standard EN 1264 “Floor heating – systems and components”.

For further details, please refer to this standard or to other specific documentation.

15.2 Specific heat requirement

An underfloor heating system emits thermal energy in an upward or downward direction, depending on the thermal resistance of the layers of material making up the floor above and below the coil. Since useful thermal energy is the upward type, downward thermal flow must be reduced as far as possible by placing a layer of insulating material under the coils. The heating system’s thermal energy (efficiency) must be able to meet the room’s thermal requirement Q in [W], this depending on the indoor and outdoor environmental conditions, such as room temperature, outside temperature, presence of wind, incidence of the sun’s rays, composition of the room’s walls and possible thermal energy due to heating of the floor above. Specific upward thermal flow q in [W/m²] is therefore the quantity of heat required in the room per unit of surface:

where:

A_f is the floor surface area [m²].

Specific thermal flow q is the value on which the size of the radiating panel heating system is based.

15.2

Это зависит от большого количества параметров, таких как:

s_u	Толщина слоя между змеевиком и облицовкой пола [м]
λ_e	Удельная проводимость слоя между змеевиком и облицовкой пола [w/мК]
R_b	Тепловое сопротивление облицовки пола [m ² K/W]
d_e	Внешний диаметр трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена [мм]
T	Шаг змеевиков [см]
θ_i	Температура окружающей среды [°C]
θ_v	Температура подачи воды контура [°C]
θ_r	Температура возврата воды контура [°C]

Существующее отношение между удельным тепловым потоком q и упомянутыми выше параметрами следующее:

$$q = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \Delta\theta_H$$

Где

$$\Delta\theta_H = \frac{\theta_v - \theta_r}{\ln\left(\frac{\theta_v - \theta_i}{\theta_r - \theta_i}\right)}$$

$$\alpha_1 = \alpha_1(d_e, s_u)$$

$$\alpha_2 = \alpha_2(\lambda_e, R_b)$$

$$\alpha_3 = \alpha_3(T, R_b)$$

это данные соответственно диаграмм 15.1, 15.2, 15.3 и 15.4.

15.2

This depends on a large number of parameters such as the following:

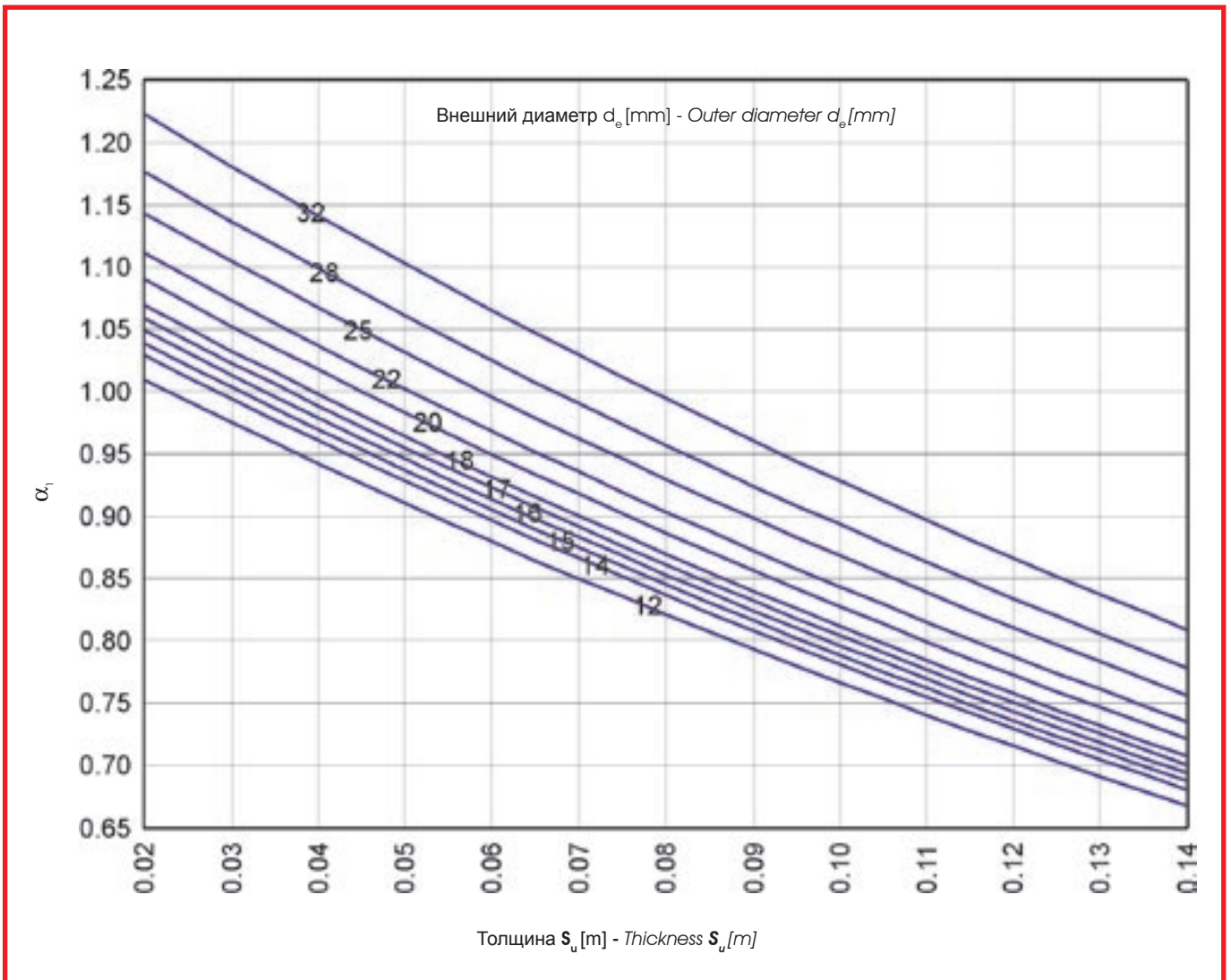
s_u	<i>thickness of the layer between the coil and the floor covering [m]</i>
λ_e	<i>thermal conductivity of the layer between the coil and the floor covering [W/mK]</i>
R_b	<i>thermal resistance of the floor covering [m²K/W]</i>
d_e	<i>outer diameter of the Unidelta PEX pipe [mm]</i>
T	<i>pipe spacing [cm]</i>
θ_i	<i>room temperature [°C]</i>
θ_v	<i>supply temperature of water [°C]</i>
θ_r	<i>return temperature of water [°C]</i>

The relation between specific thermal flow q and the above parameters is as follows:

where

are given in diagrams 15.1, 15.2, 15.3 and 15.4, respectively.

Диаграмма 15.1 – Потребность в удельной теплоёмкости α_1
 Diagram 15.1 - Specific heat requirement: α_1



15.2

15.2

Диаграмма 15.2 - Потребность в удельной теплоёмкости: α_2
 Diagram 15.2 - Specific heat requirement: α_2

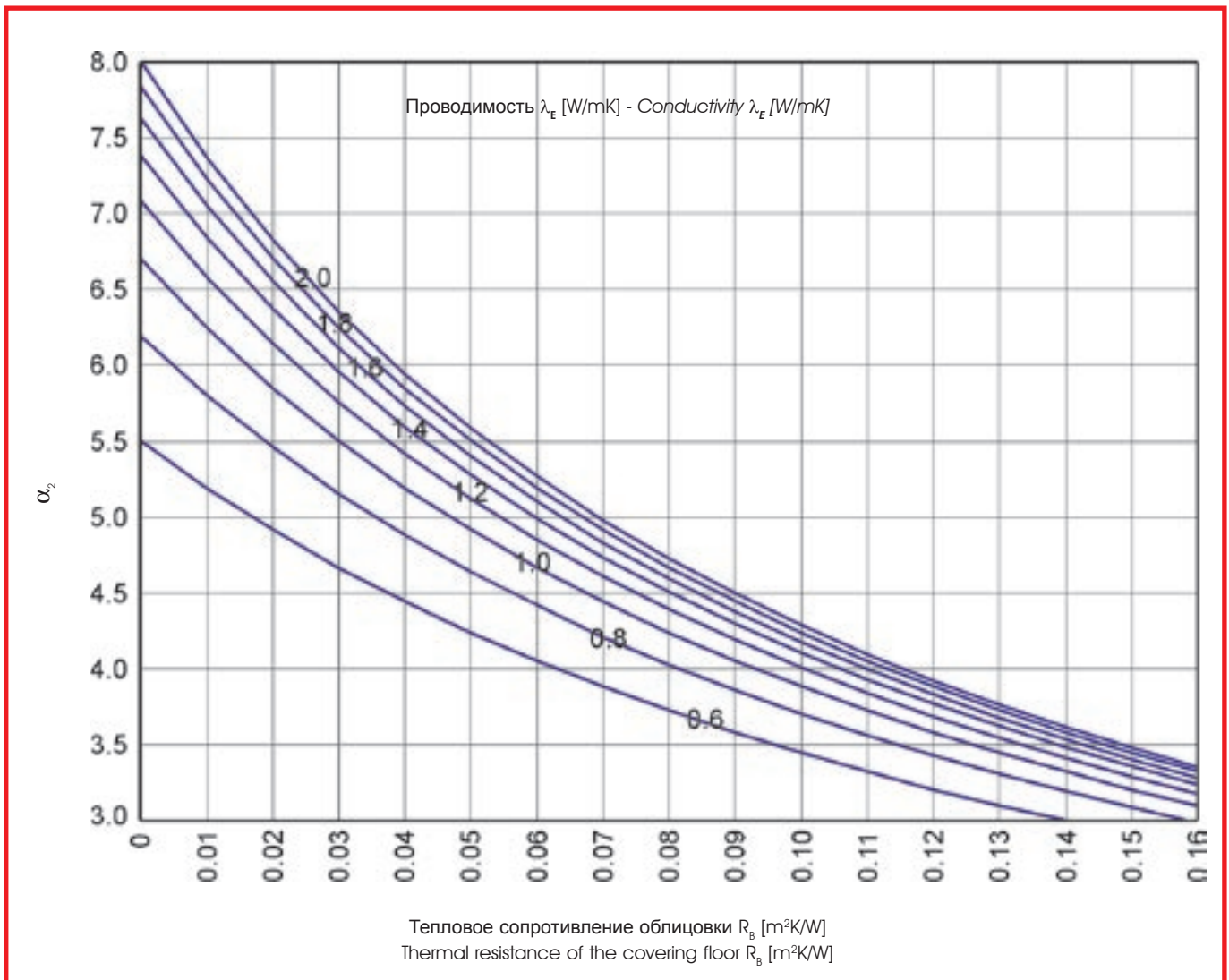
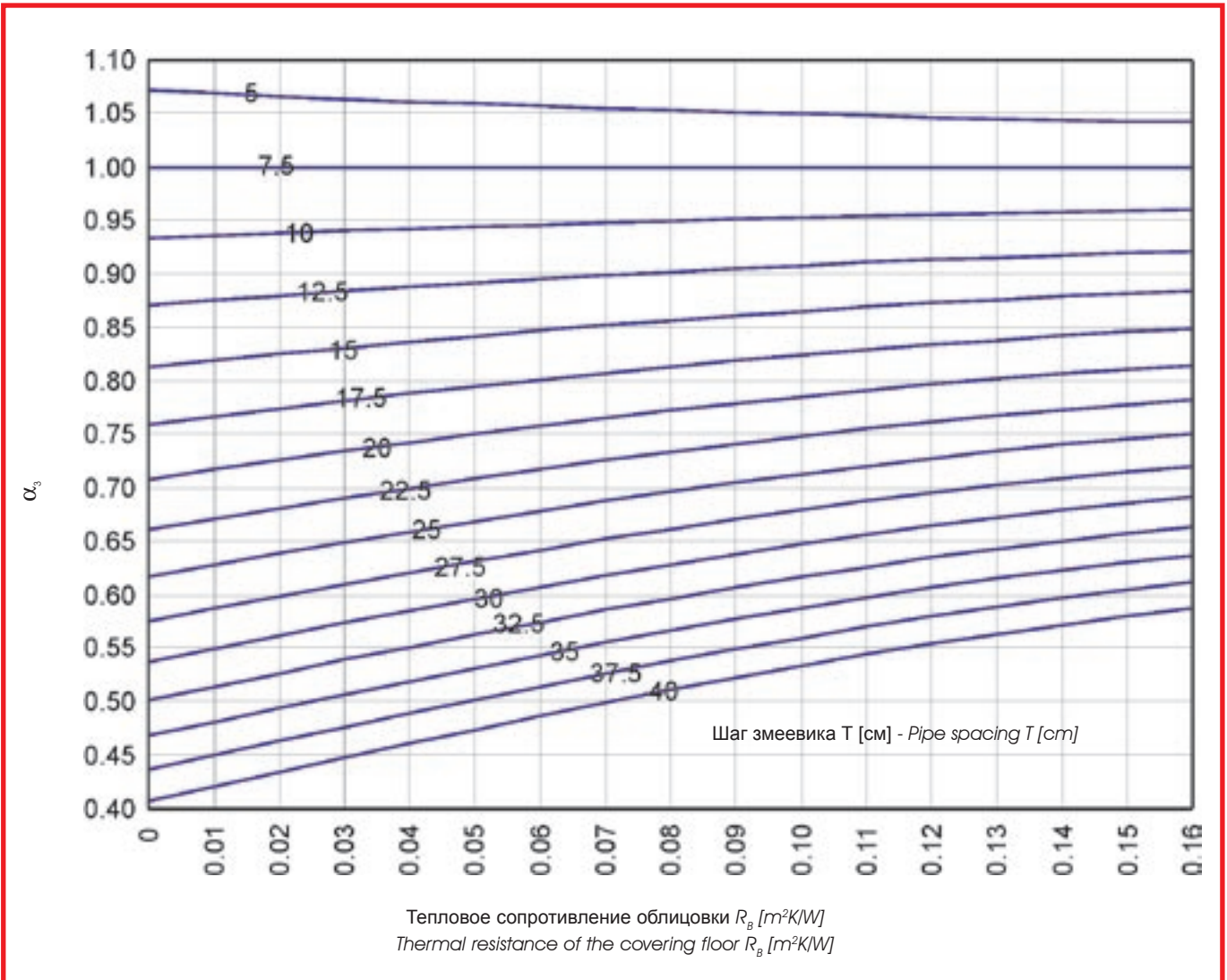


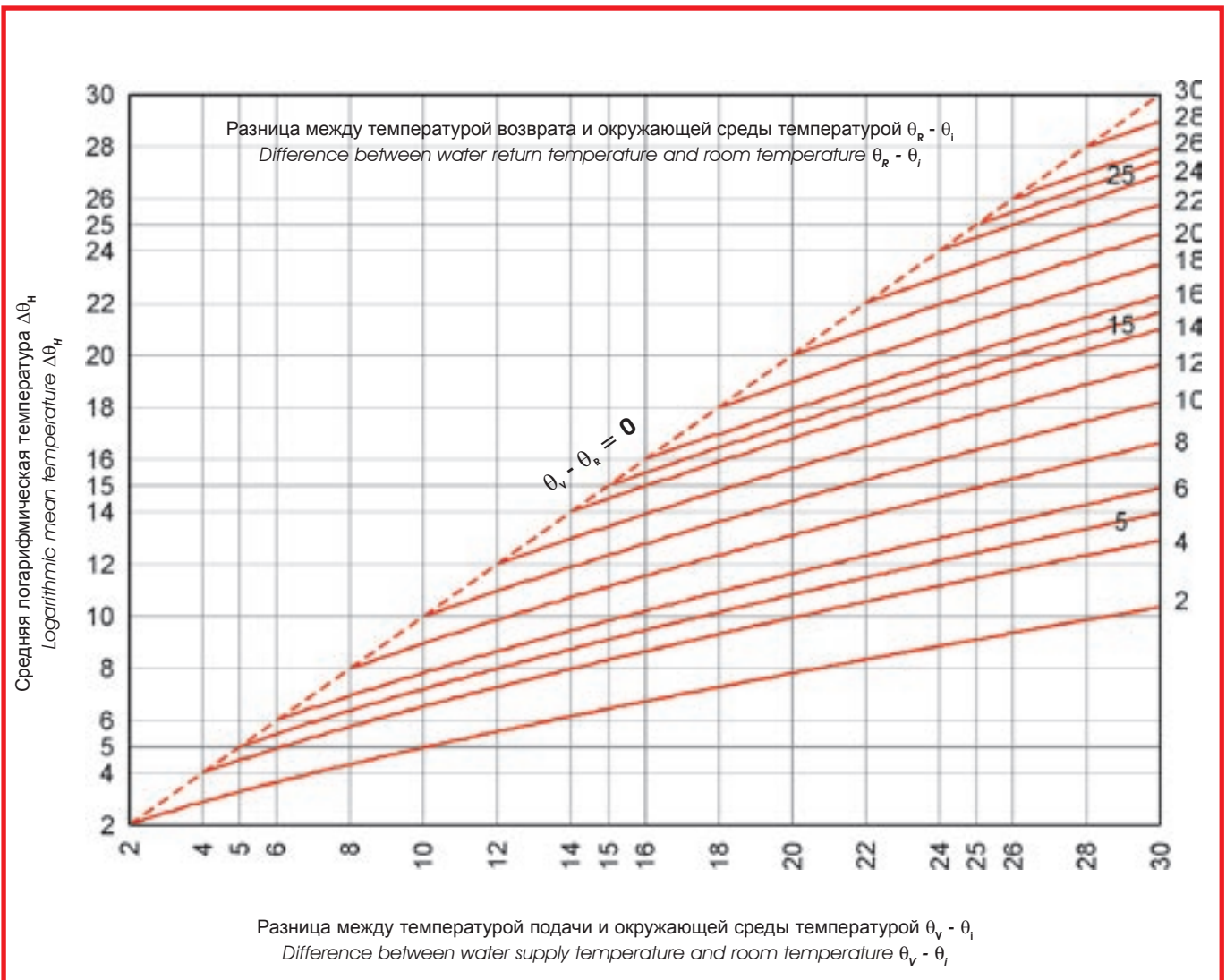
Диаграмма 15.3 - Потребность в удельной теплоёмкости: α_3
 Diagram 15.3 - Specific heat requirement: α_3



15.2

15.2

Диаграмма 15.4 - Потребность в удельной теплоёмкости: $\Delta\theta_H$
 Diagram 15.4 - Specific heat requirement: $\Delta\theta_H$



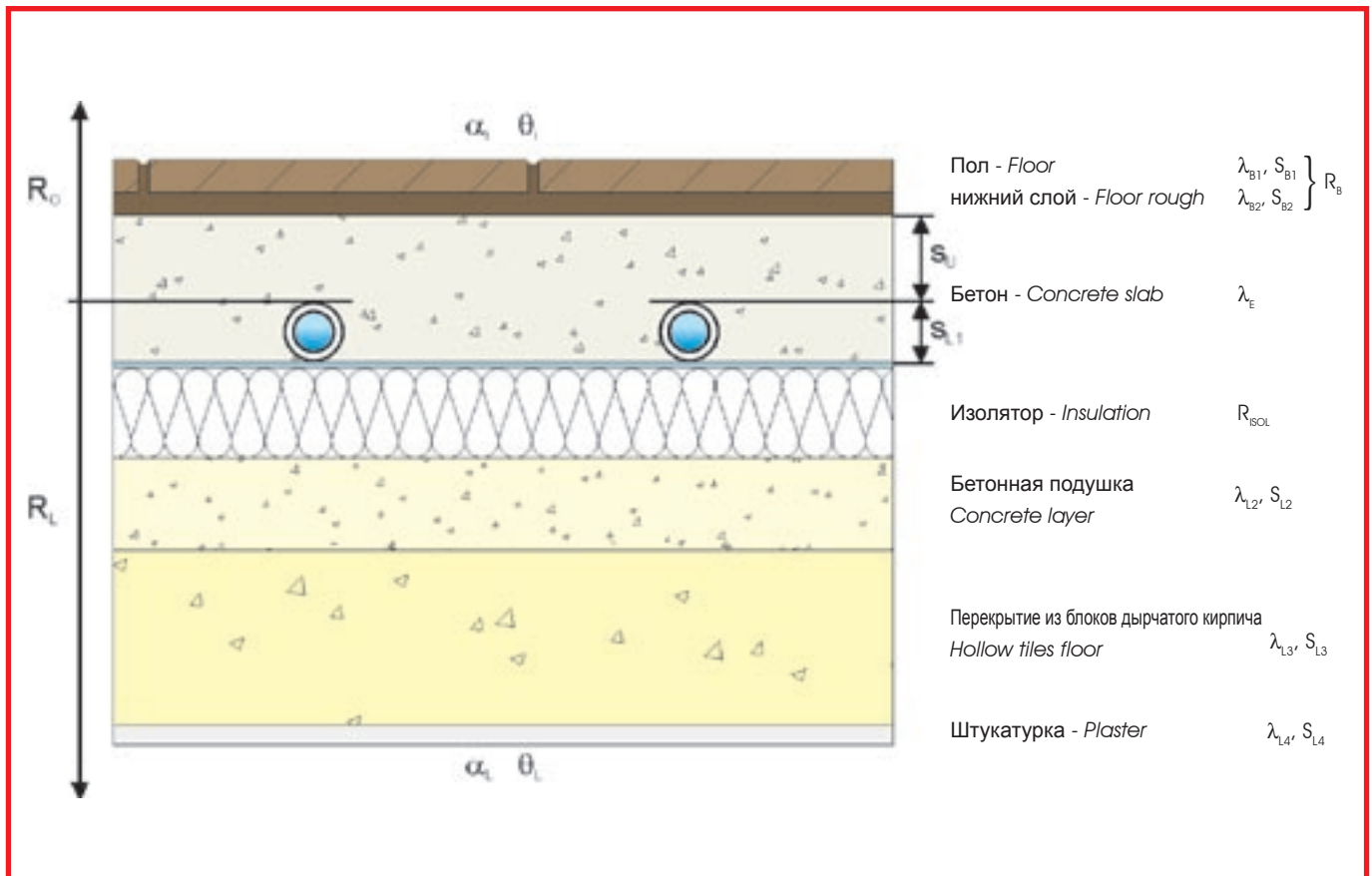
15.3 Структура пола

Для оценки удельного теплового потока необходимо определить структуру пола (толщина s_u и проводимость λ_e), включая его облицовку (тепловое сопротивление R_B).

15.3 The floor's structure

To evaluate specific thermal flow, it is necessary to know the structure of the floor (its thickness s_u and conductivity λ_e) including its covering (thermal resistance R_B).

Рисунок 15.1 – Структура пола в напольных отопительных установках
Figure 15.1 - Floor structure in underfloor heating systems



На рисунке 15.1 показывается покрытие пола, которое обычно применяется для напольной отопительной установки.

Тепловое сопротивление облицовки R_B является результатом суммы сопротивлений отдельных слоёв, которые её составляют $R_{B_i} = s_{B_i} / \lambda_{B_i}$:

Figure 15.1 shows the flooring generally used for underfloor heating systems.

The thermal resistance of the covering R_B is given by the sum of the resistances of the various layers forming it $R_{B_i} = s_{B_i} / \lambda_{B_i}$:

$$R_B = \frac{s_{B1}}{\lambda_{B1}} + \frac{s_{B2}}{\lambda_{B2}} + \dots + \frac{s_{Bn}}{\lambda_{Bn}} = \sum_{i=1}^n \frac{s_{B_i}}{\lambda_{B_i}}$$

Тепловые сопротивления λ некоторых однородных материалов, тепловые сопротивления R некоторых составных материалов и облицовок приводятся соответственно в таблицах 15.1, 15.2 и 15.3.

The thermal conductivity λ of some homogeneous materials, and the thermal resistance R of some compound materials and coverings are shown in tables 15.1, 15.2 and 15.3 respectively.

15.3

15.3

Таблица 15.1 – Тепловая проводимость и удельный вес некоторых однородных материалов
 Table 15.1 - Thermal conductivity and specific weight of some homogeneous materials

Материал <i>Material</i>	Тепловая проводимость <i>Thermal conductivity</i> λ [W/mK]	Удельный вес <i>Specific weight</i> ρ [kg/m ³]
Асфальт <i>Asphalt</i>	0,7	2100
Армированный бетон <i>Reinforced concrete</i>	1,51	2400
Обычный бетон <i>Plain concrete</i>	1,28	2200
Керамика/терракота <i>Ceramic/tile</i>	1,16	2400
Гипс <i>Gypsum</i>	0,43	1240
Сухой гравий слоями <i>Dry gravel in layers</i>	0,93	1900
Твёрдая резина для полов <i>Paving rubber</i>	0,28	1200
Гранит <i>Granite</i>	3,14÷4,07	2500÷3000
Внутренняя штукатурка из извести и песка <i>Lime and sand plaster</i>	0,7	1800
Внутренняя штукатурка из гипса <i>Gypsum plaster</i>	0,52	1200
Линолеум <i>Linoleum</i>	0,18	1200
Раствор из цемента, извести и песка <i>Cement mortar</i>	1,4	2200
Мрамор <i>Marble</i>	3,37	2700
Ковровое покрытие <i>Moquette</i>	0,09	
Паркет из дуба <i>Parquet of oak</i>	0,2	850
Полистирольный пенопласт <i>Polystyrene foam</i>	0,035	25
Полиуретановый пенопласт <i>Polyurethan foam</i>	0,025	35
ПВХ <i>PVC</i>	0,17	1350
Сухой песок <i>Dry sand</i>	0,58	1500
Песок и цемент <i>Sand and cement</i>	0,93	2100
Пробка в пластинах <i>Cork</i>	0,035÷0,070	120÷300
Вспененный вермикулит <i>Vermiculite foam</i>	0,07	130

15.3

15.3

Таблица 15.2 – Тепловые сопротивления некоторых неоднородных материалов
 Table 15.2 - Heat conduction resistance of some non-homogeneous materials

Материал Material	Тепловое сопротивление Thermal resistance R [m ² K/W]
Перекрытие из блоков дырчатого кирпича, толщина 0,15-0,18 м Hollow tiles floor thickness 0.15÷0.18 m	0,30
Перекрытие из блоков дырчатого кирпича, толщина 0,18-0,22 м Hollow tiles floor thickness 0.18÷0.22 m	
Перекрытие из блоков дырчатого кирпича, толщина 0,22-0,26 м Hollow tiles floor thickness 0.22÷0.26 m	0,45

Таблица 15.3 – Тепловые сопротивления некоторых облицовок
 Table 15.3 - Heat conduction resistance of some coverings

Материал Material	Толщина Thickness s _B [mm]	Тепловая проводимость Thermal conductivity λ _B [W/mK]	Тепловое сопротивление Thermal resistance R _B [m ² K/W]
Мрамор - Marble	15	3,3	0,0012
ЛПодошка из раствора - Mortar layer	10	1,4	
Плитка из керамики/терракоты - Ceramic Tiles Подошка из раствора - Mortar layer			
ПВХ - PVC	5	0,17	0,03
Паркет - Parquet Клей - Adhesive			
Ковровое покрытие - Moquette	10	0,09	0,11

15.4

Средняя температура пола

Для определения средней температуры пола $\theta_{f,m}$ которая должна быть создана для получения удельного теплового потока q , необходимо использовать диаграмму 15.5 для отдач менее 140 Вт/м² и диаграмму 15.6 для отдач более 140 Вт/м². Для помещений, предназначенных для длительного пребывания, максимальная допустимая температура составляет 29°C, для ванных комнат 32°C, а для участков, где не предусматривается пребывание (это периметральные участки рядом с высокодисперсными стенами), допустимая температура равняется 35°C.

Когда размеры установки указывают на чрезмерную среднюю температуру пола, необходимо сократить рассеивание тепла, улучшив тепловую изоляцию помещения или обеспечив тепловую энергию, которую панель не может создать, путём использования внешних электрических или гидравлических дополнительных отопительных элементов, которые применяются при необходимости, в наиболее неблагоприятных климатических условиях.

15.4

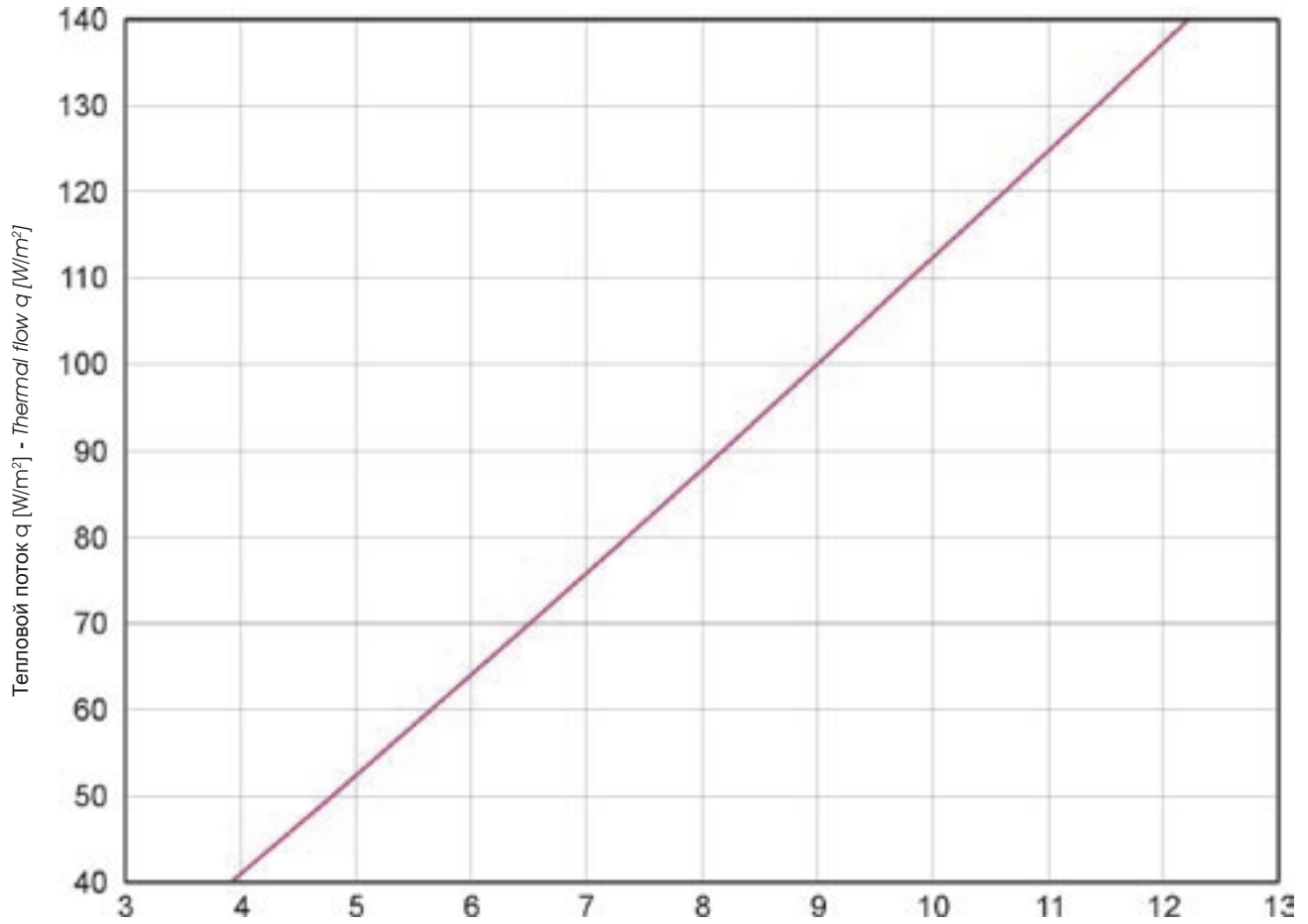
Average floor temperature

To determine the average floor temperature $\theta_{f,m}$ required to obtain the specific thermal flow q , diagram 15.5 is used for efficiencies less than 140 W/m² and diagram 15.6 those more than 140 W/m². The maximum admitted temperature is 29°C in permanently inhabited rooms; it is 32°C for bathrooms and 35°C for areas occasionally inhabited, such as perimeter areas where the heat dispersion is high. When the size of the system gives excessive floor temperature, it is necessary to reduce heat dispersion by insulating the room or providing the thermal energy that the panel is unable to emit with additional outer electric or water heating elements, which are occasionally used in unfavourable climatic conditions.

15.4

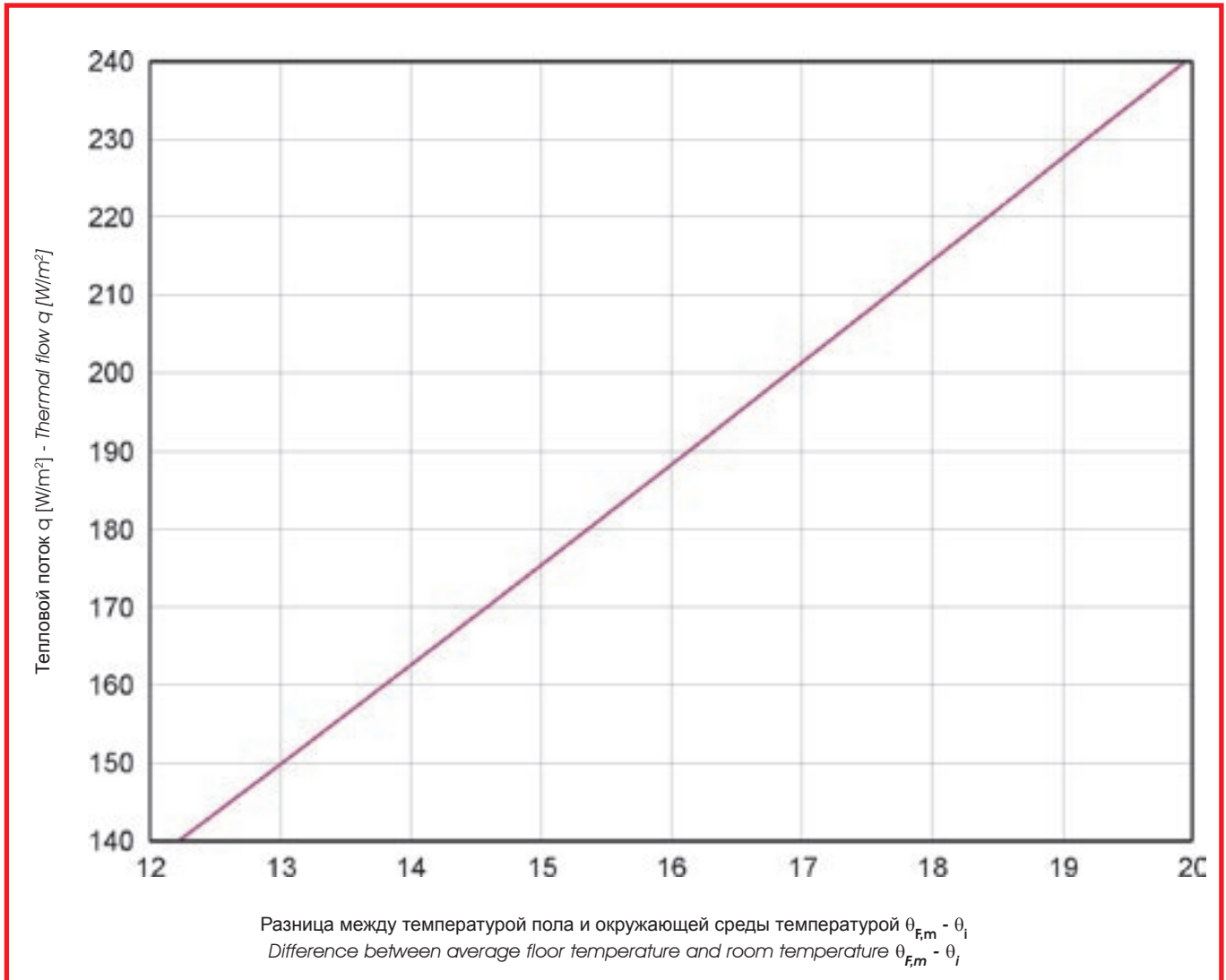
15.4

Диаграмма 15.5 - Тепловой поток менее 140 W/m²
 Diagram 15.5 - Thermal flow lower than 140 W/m²



Разница между температурой пола и окружающей среды $\theta_{f,m} - \theta_i$
 Difference between average floor temperature and room temperature $\theta_{f,m} - \theta_i$

Диаграмма 15.6 - Тепловой поток выше 140 W/m²
 Diagram 15.6 - Thermal flow higher than 140 W/m²



15.5 Расход воды в змеевике

Расход воды m_H можно высчитать с помощью диаграммы 15.7, которая представляет отношение между расходом воды и площадью помещения A_F , в зависимости от двух составных параметров β_1 и β_2 и теплового перепада жидкости $\theta_V - \theta_R$.

Значение β_1 – это функция теплового сопротивления R_L слоя пола под трубами и разницы между окружающей температурой помещения, которая обозначается θ_p , и температурой нижнего помещения θ_L . Диаграмма 15.8 позволяет его определить.

Значение β_2 – это функция отдачи установки q и отношения R_L/R_O между тепловыми сопротивлениями слоя пола над трубами R_O и нижнего слоя R_L . Диаграмма 15.9 для q ниже 100 W/m^2 и диаграмма 15.10 для q выше 100 W/m^2 дают возможность определить данный параметр.

Скорость v потока, которая производна от подачи m_H , не должна превышать значение 0.7 м/сек для жилищных установок, а для производственных помещений допускается скорость до 1 м/сек .

Тепловое сопротивление слоя пола над трубами высчитывается с помощью следующего выражения:

$$R_O = \frac{1}{\alpha_i} + R_b + \frac{s_u}{\lambda_E}$$

Где $\alpha_i = 10.8 \text{ W/m}^2\text{K}$ – это коэффициент теплообмена конвекции между полом и находящимся над полом воздухом; R_b , s_u и λ_E – это рассмотренные выше параметры: соответственно, тепловое сопротивление облицовки, толщина и тепловая проводимость слоя материала, находящегося между трубами и облицовкой.

Тепловое сопротивление нижнего слоя пола получается следующим образом:

$$R_L = \frac{s_{L1}}{\lambda_{L1}} + R_{isol} + \frac{s_{L2}}{\lambda_{L2}} + \dots + \frac{s_{Lm}}{\lambda_{Lm}} + \frac{1}{\alpha_l} = \sum_{i=1}^m \frac{s_{Li}}{\lambda_{Li}} + R_{isol} + \frac{1}{\alpha_l}$$

Где $\alpha_l = 5.9 \text{ W/m}^2\text{K}$ – это коэффициент теплообмена конвекции между нижней поверхностью пола и воздухом расположенного под ним помещения, R_{isol} – это тепловое сопротивление изоляции, s_{Lj} и λ_{Lj} – это толщины и тепловые проводимости слоёв материала, которые составляют пол под змеевиками.

15.5 Water flow in the circuit

The flow of water m_H can be calculated using diagram 15.7 which gives the ratio between the water flow and the surface area of the room A_F as a function of two compound parameters β_1 and β_2 and the thermal head of the fluid $\theta_V - \theta_R$.

The value of β_1 is a function of the thermal resistance R_L of the layer of flooring below the pipes and of the difference between the ambient temperature in the room considered θ_p and that of the room below θ_L . Diagram 15.8 can be used to determine this value.

The value of β_2 is a function of the efficiency of the system q and the ratio R_L/R_O between the thermal resistance of the layer of the floor above the pipes R_O and that below them R_L . This parameter can be obtained from diagram 15.9 for q values less than 100 W/m^2 and diagram 15.10 for q values more than 100 W/m^2 .

Flow velocity v derived from flow rate m_H must not exceed 0.7 m/s for systems in private dwellings and 1 m/s for those on industrial premises.

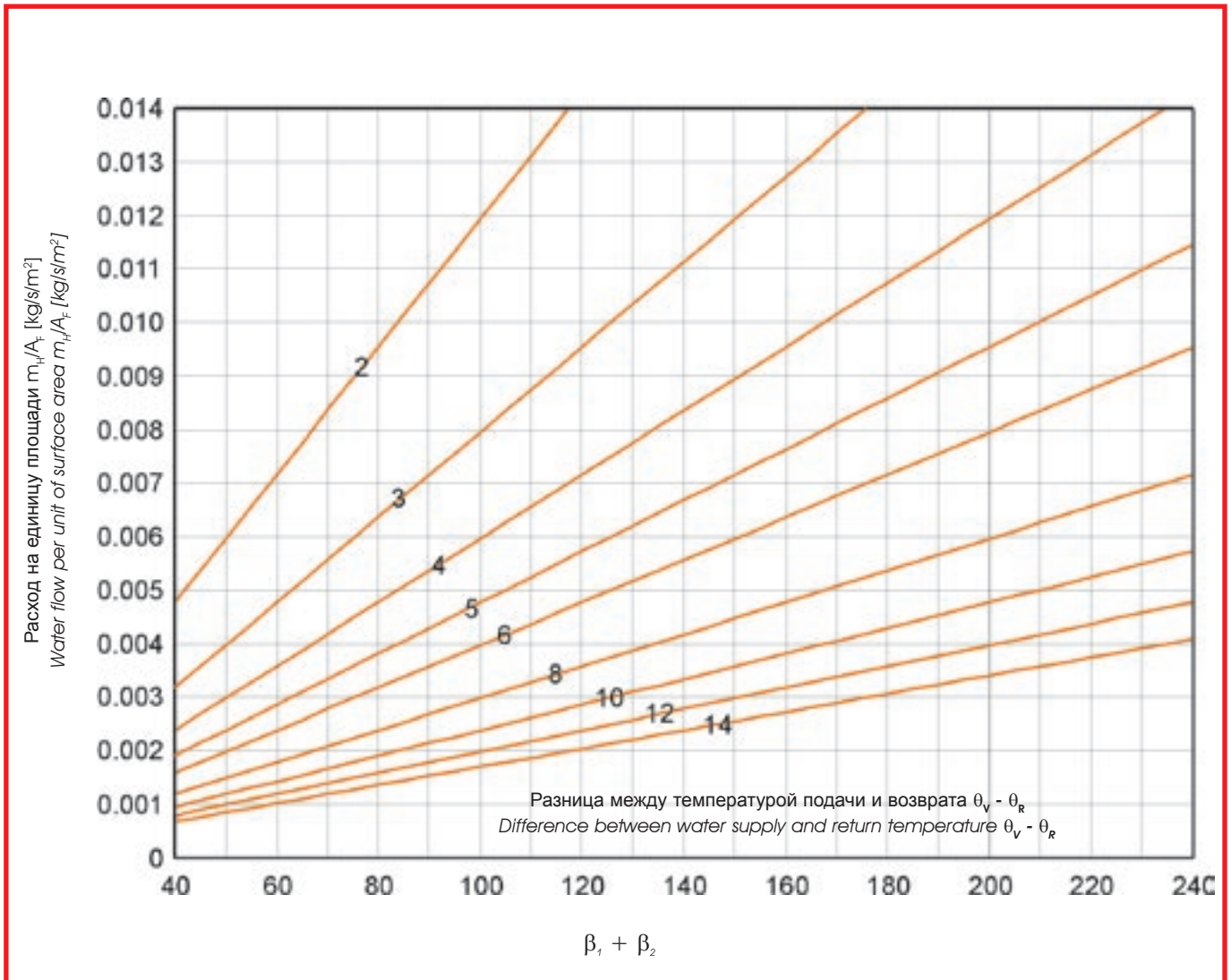
The thermal resistance of the layer of floor above the pipe is given by the following expression:

where $\alpha_i = 10.8 \text{ W/m}^2\text{K}$ is the coefficient of heat exchange by convection between the floor and the air above, and R_b , s_u and λ_E are the parameters previously seen, i.e. the thermal resistance of the covering, the thickness and the thermal conductivity of the layer of material between the pipes and the covering, respectively.

The thermal resistance of the floor's lower layer is given by the following:

where $\alpha_l = 5.9 \text{ W/m}^2\text{K}$ is the coefficient of heat exchange by convection between the floor and the air below, R_{isol} is the thermal resistance of the insulation, and s_{Lj} and λ_{Lj} are the thickness and the thermal conductivity of the layers of material making up the floor below the coils.

Диаграмма 15.7 - Расход воды в змеевике
 Diagram 15.7 - Water flow in the circuit



15.5

15.5

Диаграмма 15.8 - Расход воды в змеевике: β_1
 Diagram 15.8 - Water flow in the circuit: β_1

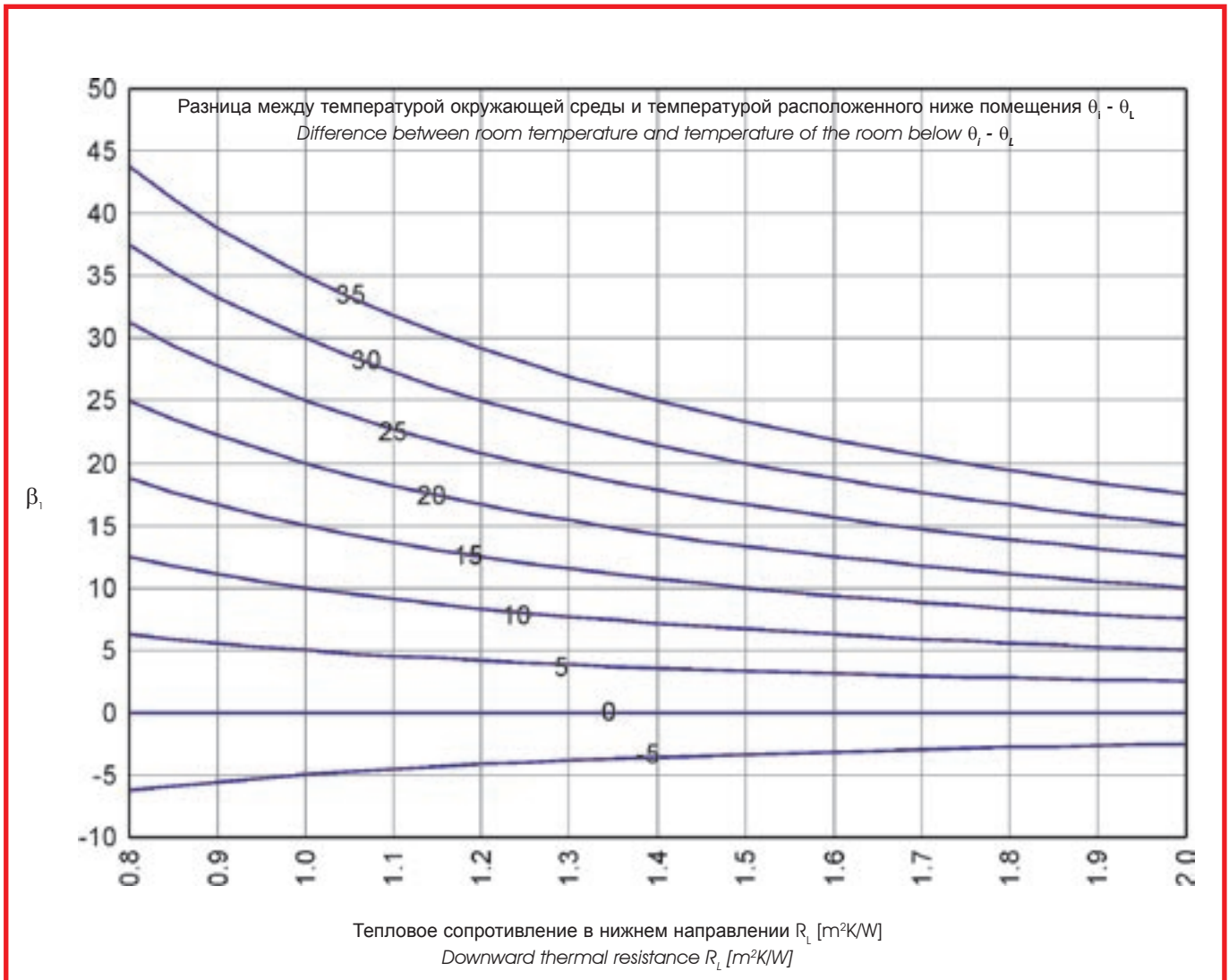
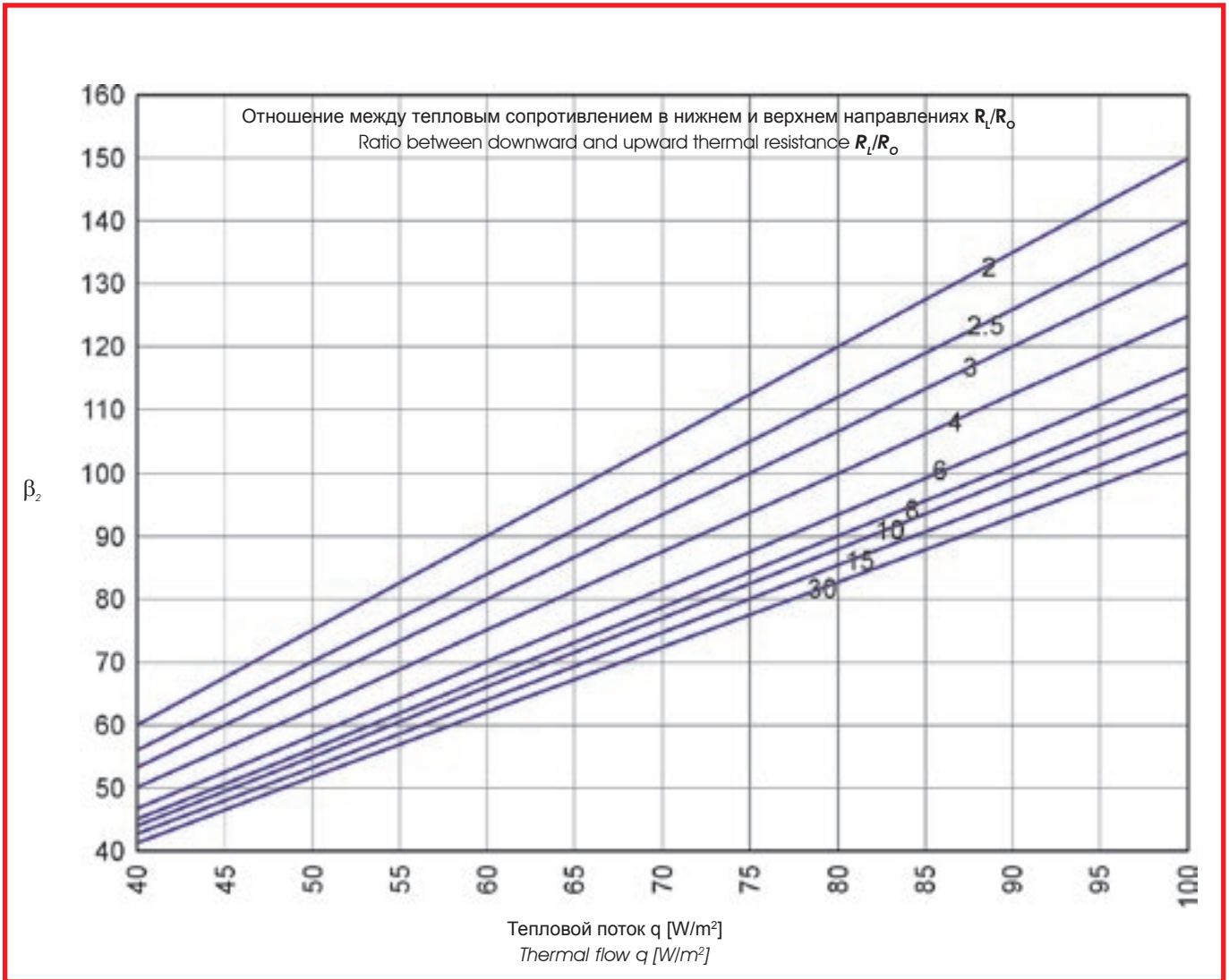


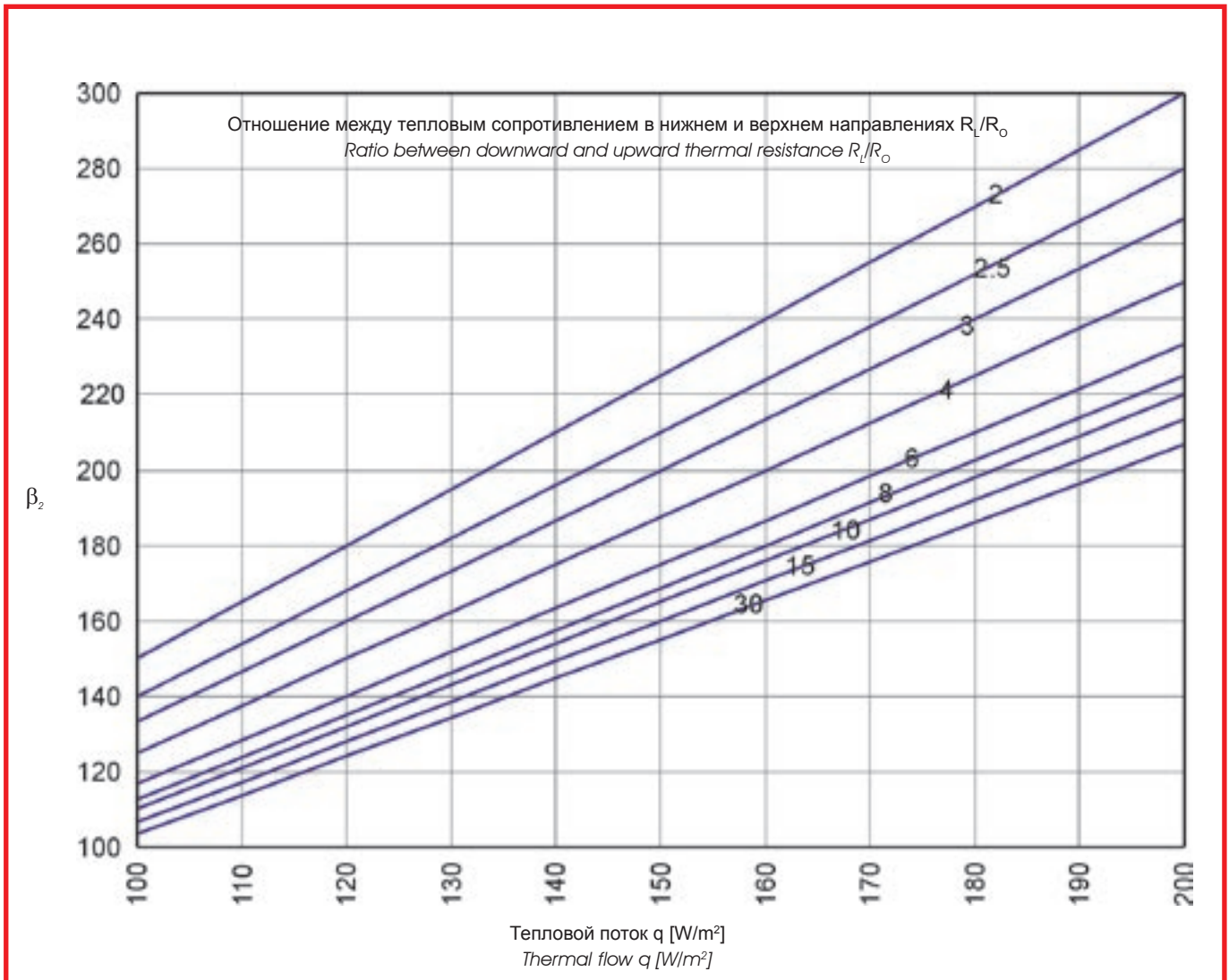
Диаграмма 15.9 - Тепловой поток ниже 100 W/m²
 Diagram 15.9 - Thermal flow lower than 100 W/m²



15.5

15.5

Диаграмма 15.10 - Тепловой поток выше 100 W/m^2
 Diagram 15.10 - Thermal flow higher than 100 W/m^2



15.6

Тепловой поток в нижнем направлении

Теплоотдача напольной отопительной системой должна происходить, главным образом, в верхнем направлении. По этой причине в пол и под змеевики необходимо поместить слой изоляционного материала, который увеличивает тепловое сопротивление в нижнем направлении, сокращая тепловой поток q_2 в данном направлении. Однако определённое количество тепловой энергии всё равно направляется вниз, в зависимости от температуры θ_L расположенного ниже помещения. Этот тепловой поток необходимо учитывать в качестве внешнего притока тепла, когда выполняется определение размеров напольной отопительной установки, и он может составлять 10÷15% теплового потока в верхнем направлении. Расчёт потока тепла в нижнем направлении можно выполнить, используя следующую формулу:

$$q_2 = \beta_1 + \beta_2 - q$$

где β_1 и β_2 – это коэффициенты, использованные для расчёта расхода воды.

15.6

Downwards thermal flow

Heat emission by a floor heating system must mainly take place in an upward direction. Consequently, a layer of insulating material is placed in the floor below the coils to increase downward thermal resistance and reduce downward thermal flow q_2 in the same direction. However, a certain quantity of thermal energy is always dispersed downwards, depending on the temperature θ_L of the room below. When calculating the size of the floor heating system, this thermal flow must be counted as a supply of heat from the outside. The value is 10 ÷ 15% of the upward thermal flow.

Downward thermal flow can be calculated using the following formula:

where β_1 and β_2 are the coefficients used to calculate the water flow rate.

15.7

Длина змеевика

Длину трубы, которая составляет змеевик, можно высчитать просто из соотношения между площадью помещения и шагом змеевика:

$$L = 100 \cdot A_F / T$$

с A_F , выраженной в [м²] и шагом T в [см]. Для более точного расчёта необходимо учитывать также и подводящие участки трубы, которые соединяют отопительную панель с распределительным коллектором, поскольку они тоже испускают тепловую энергию.

15.7

Length of the circuit

The length of the pipe forming the circuit (coil) can simply be calculated from the ratio between the surface area of the room and the pipe spacing:

with A_F expressed in [m²] and the pipe spacing T in [cm]. For a more precise calculation it is also necessary to consider the feed pipe's sections that connect the radiating panel to the distribution manifold since they emit thermal energy.

15.8 Примеры

Примеры 1

Необходимо определить размеры напольной отопительной установки в помещении площадью $A_F=27 \text{ m}^2$ и тепловой потребностью $Q = 2000 \text{ W}$.

Структура пола соответствует показанной на рисунке структуре, предполагается использовать трубу Unidelta PEX из сшитого полиэтилена 17x2.0 (EN ISO 15875), кроме того, учитываются следующие данные:

$$\theta_i = 20^\circ\text{C}$$

Температура окружающей среды помещения

$$\theta_L = 10^\circ\text{C}$$

Температура окружающей среды расположенного ниже помещения

$$\theta_V = 45^\circ\text{C}$$

Температура подачи воды контура

$$\theta_R = 35^\circ\text{C}$$

Температура возврата воды контура

15.8 Examples

Example 1

Let us suppose we wish to determine the size of a underfloor heating system in a room with a surface area of $A_F=27 \text{ m}^2$ and a thermal requirement $Q=2000 \text{ W}$.

The structure of the floor is shown in the diagram. Supposing Unidelta PEX 17x2.0 (EN ISO 15875) pipe is used and the following data are also considered:

$$\theta_i = 20^\circ\text{C}$$

Temperature of the room

$$\theta_L = 10^\circ\text{C}$$

Temperature of the room below

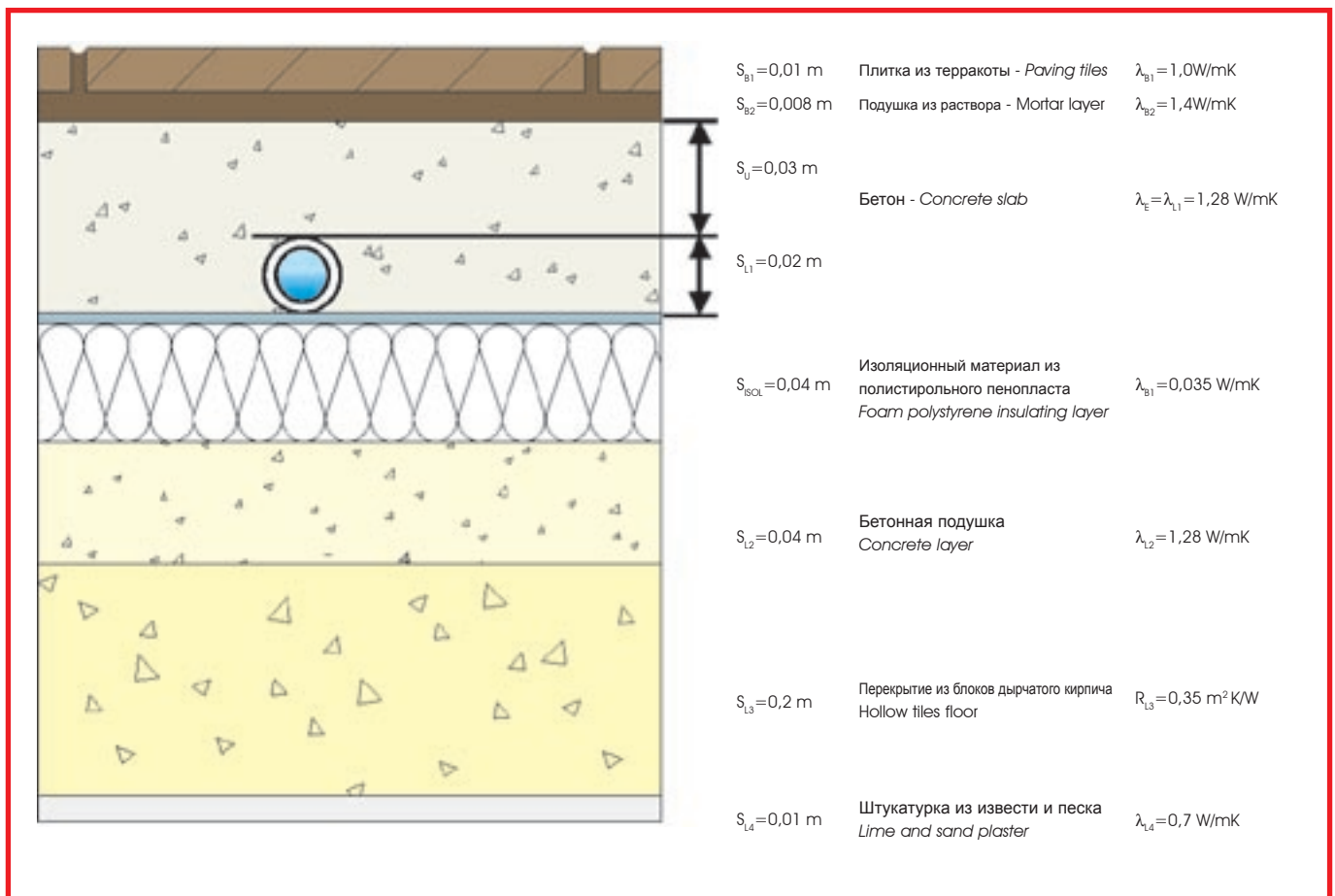
$$\theta_V = 45^\circ\text{C}$$

Water supply temperature

$$\theta_R = 35^\circ\text{C}$$

Water return temperature

Рисунок 15.2 – Структура пола примера
Figure 15.2 - Structure of the example floor



15.8

Сначала определяются параметры, которые участвуют в определении размеров:

$$d_e = 17 \text{ mm}$$

Определённый внешний диаметр трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена

$$s_u = 0.03 \text{ m}$$

Толщина слоя материала между змеевиками и облицовкой

$$\lambda_e = 1.28 \text{ W/mK}$$

Проводимость слоя материала между змеевиками и облицовкой

Тепловое сопротивление облицовки определяется с помощью формулы:

$$R_b = \frac{s_{B1}}{\lambda_{B1}} + \frac{s_{B2}}{\lambda_{B2}} = \frac{0.01 \text{ m}}{1.0 \text{ W/mK}} + \frac{0.008 \text{ m}}{1.4 \text{ W/mK}} = 0.0157 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Общее тепловое сопротивление в верхнем направлении определяется с помощью формулы:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_i} + R_b + \frac{s_u}{\lambda_e} = \frac{1}{10.8 \text{ W/m}^2\text{K}} + 0.0157 \text{ m}^2\text{K/W} + \frac{0.03 \text{ m}}{1.28 \text{ W/mK}} = 0.132 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Общее тепловое сопротивление в нижнем направлении определяется с помощью формулы:

$$R_l = \sum_{i=1}^m \frac{s_{li}}{\lambda_{li}} + R_{\text{isol}} + \frac{1}{\alpha_l} =$$

$$= \frac{0.02 \text{ m}}{1.28 \text{ W/mK}} + 0.35 \text{ m}^2\text{K/W} + \frac{0.04 \text{ m}}{1.28 \text{ W/mK}} + \frac{0.01 \text{ m}}{0.7 \text{ W/mK}} + \frac{0.04 \text{ m}}{0.035 \text{ W/mK}} + \frac{1}{5.9 \text{ W/m}^2\text{K}} = 1.723 \text{ m}^2\text{K/W}$$

15.8

The parameters affecting size are determined first:

$$d_e = 17 \text{ mm}$$

Established outer diameter of the Unidelta PEX pipe

$$s_u = 0.03 \text{ m}$$

Thickness of the layer of material between the pipes and the floor covering

$$\lambda_e = 1.28 \text{ W/mK}$$

Conductivity of the layer of material between the pipes and the floor covering

The thermal resistance of the covering is given by the formula:

Overall upward thermal resistance is given by the formula:

Overall downward thermal resistance is given by the formula:

15.8

Тепловой поток, который должен создаваться полом для балансировки энергетической потребности помещения:

$$q = \frac{Q}{A_e} = \frac{2000 \text{ W}}{27 \text{ m}^2} = 74 \text{ W/m}^2$$

Однако тепловой поток также определяется с помощью следующей формулы:

$$q = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \Delta\theta_H$$

где

$\alpha_1 = 1.02$ из диаграммы 15.1 для $d_e = 17 \text{ mm}$ и $s_u = 0.03 \text{ m}$.

$\alpha_2 = 6.45$ диаграммы 15.2 для $\lambda_e = 1.28 \text{ W/mK}$ и $R_b = 0.0157 \text{ m}^2\text{K/W}$,

α_3 – неизвестная величина, поскольку шаг змеевика T не известен.

$\Delta\theta_H = 19.5$ из диаграммы 15.4 для $\theta_v - \theta_i = 25\text{K}$ и $\theta_r - \theta_i = 15\text{K}$.

Таким образом, можно получить коэффициент α_3 который составляет:

$$\alpha_3 = \frac{q}{\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \Delta\theta_H} = \frac{74}{1.02 \cdot 6.45 \cdot 19.5} = 0.576$$

который даёт возможность определить шаг T из диаграммы 15.3 в зависимости от R_b . Точка диаграммы 15.3, соответствующая $\alpha_3 = 0.576$ и $R_b = 0.0157 \text{ m}^2\text{K/W}$ находится между шагом $T = 30 \text{ cm}$ и $T = 27.5 \text{ cm}$; выбрав широкий шаг, $T = 30 \text{ cm}$, определяется новое значение $\alpha_3 = 0.557$ из этой же диаграммы. При изменении значения коэффициента α_3 необходимо высчитать новое значение $\Delta\theta_H$ с помощью которого определяется действительная температура возврата воды контура TR. Следовательно:

$$\Delta\theta_H = \frac{q}{\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3} = \frac{74}{1.02 \cdot 6.45 \cdot 0.557} = 20.2$$

Из диаграммы 15.4 получается $\theta_r - \theta_i = 16 \text{ K}$ отсюда новая температура возврата $\theta_r = 36^\circ\text{C}$ которая приводит к тепловому перепаду воды на 9°C .

15.8

The thermal flow the floor must generate to balance the room's thermal requirement is:

but thermal flow is also given by the formula:

where

$\alpha_1 = 1.02$ from diagram 15.1 for $d_e = 17 \text{ mm}$ and $s_u = 0.03 \text{ m}$.

$\alpha_2 = 6.45$ from diagram 15.2 for $\lambda_e = 1.28 \text{ W/mK}$ and $R_b = 0.0157 \text{ m}^2\text{K/W}$,

α_3 is unknown since the pipe spacing T is also unknown

$\Delta\theta_H = 19.5$ from diagram 15.4 for $\theta_v - \theta_i = 25\text{K}$ and $\theta_r - \theta_i = 15 \text{ K}$.

Thus it is possible to obtain coefficient α_3 :

which is used to determine pipe spacing T from diagram 15.3 as a function of R_b . The point of diagram 15.3 corresponding to $\alpha_3 = 0.576$ and $R_b = 0.0157 \text{ m}^2\text{K/W}$ falls between pipe spacing $T = 30 \text{ cm}$ and $T = 27.5 \text{ cm}$. Selecting the wide pipe spacing, $T = 30 \text{ cm}$, the new value of $\alpha_3 = 0.557$ is obtained from the same diagram. Having changed the value of coefficient α_3 , the new value of $\Delta\theta_H$ should be calculated again and used to determine the actual water return temperature T_r .

Hence:

and diagram 15.4 gives $\theta_r - \theta_i = 16 \text{ K}$, hence the new return temperature $\theta_r = 36^\circ\text{C}$ which involves a thermal head of the water of 9°C .

15.8

Сейчас можно высчитать среднюю температуру пола $\theta_{f,m}$ с помощью диаграммы 15.5 (для q ниже 140 W/m^2) отсюда:

$$\theta_{f,m} - \theta_i = 6.8 \text{ K}$$

И

and

$$\theta_{f,m} = 26.8^\circ\text{C}$$

С помощью диаграммы 15.7 выполняется расчёт расхода воды, которая циркулирует в змеевиках на единицу площади:

$$m_h / A_f = 0.0023 \text{ kg/s/m}^2$$

в функции суммы $\beta_1 + \beta_2 = 87$ и теплового перепада воды $\theta_v - \theta_r = 9 \text{ K}$; где коэффициент $\beta_1 = 6$ берётся из диаграммы 16.8 в соответствии с $R_l = 1.723 \text{ m}^2\text{K/W}$ и $\theta_i - \theta_l = 10 \text{ K}$ а коэффициент $\beta_2 = 81$ из диаграммы 15.9 (для q ниже 100 W/m^2) в соответствии с $q = 74 \text{ W/m}^2$ и отношением $R_l/R_o = 1.723/0.132 = 13.05$. Следовательно, действительный расход составляет:

$$m_h = 0.0023 \text{ kg/s/m}^2 \cdot 27 \text{ m}^2 = 0.0621 \text{ kg/s}$$

Когда известна общая длина змеевиков $L = 100 \cdot A_f / T = 100 \cdot 27 / 30 = 90 \text{ m}$ можно определить потерю нагрузки Δp и скорость воды v в трубопроводе из диаграммы 7.2 для трубы Unidelta PEX из сшитого полиэтилена 17x2.0 (UNI EN ISO 15875) при температуре 50°C :

$$\Delta p/L = 2.6 \text{ m/100m} \quad \text{da cui} \quad \Delta p = 3.5 \text{ m} = 0.35 \text{ bar}$$

$$v = 0.47 \text{ m/s}$$

Последний расчёт относится к тепловому потоку в нижнем направлении, который выполняется с помощью выражения:

$$q_2 = \beta_1 + \beta_2 - q = 87 - 74 = 13 \text{ W/m}^2$$

15.8

Now we can calculate the average floor temperature $\theta_{f,m}$ using diagram 15.5 (for q less than 140 W/m^2), hence:

Diagram 15.7 gives the flow of water in the coils per unit of surface area:

as a function of the sum $\beta_1 + \beta_2 = 87$ and the thermal head of the water $\theta_v - \theta_r = 9 \text{ K}$; where coefficient $\beta_1 = 6$ is obtained from diagram 16.8 at $R_l = 1.723 \text{ m}^2\text{K/W}$ and $\theta_i - \theta_l = 10 \text{ K}$, and coefficient $\beta_2 = 81$ is obtained from diagram 15.9 (for q less than 100 W/m^2) at $q = 74 \text{ W/m}^2$ and the ratio $R_l/R_o = 1.723/0.132 = 13.05$. Therefore the actual flow rate is:

Lastly, when the overall length of the coils $L = 100 \cdot A_f / T = 100 \cdot 27 / 30 = 90 \text{ m}$ is known, it is possible to obtain the head loss Δp and the velocity of the water v in the pipe from diagram 6.2 for 17x2.0 Unidelta PEX pipe (UNI 9338) at a temperature of 50°C :

The last calculation concerns downward thermal flow, which is given by the following formula:

15.8

Пример 2

Используется такая же структура пола, как и в предыдущем примере и необходимо высчитать отдачу отопительной установки, если шаг будет равняться $T = 25$ см, кроме того:

$$\theta_i = 24^\circ\text{C}$$

Температура окружающей среды помещения

$$\theta_v = 50^\circ\text{C}$$

Температура подачи воды контура

$$\theta_r = 40^\circ\text{C}$$

Температура возврата воды контура

Коэффициенты α_1 и α_2 такие же, как и в предыдущем примере, а коэффициент $\alpha_3 = 0.634$ и $\Delta\theta_H = 20.5$, отдача будет следующей

$$q = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \Delta\theta_H = 1.02 \cdot 6.45 \cdot 0.634 \cdot 20.5 = 85.5 \text{ W/m}^2$$

Если шаг уменьшится до $T = 20$ см, получится коэффициент $\alpha_3 = 0.722$ и большая отдача:

$$q = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \Delta\theta_H = 1.02 \cdot 6.45 \cdot 0.722 \cdot 20.5 = 97.8 \text{ W/m}^2$$

15.8

Example 2

Let us consider the same floor structure as in the previous example and suppose we wish to calculate the efficiency of the heating system taking pipe spacing $T = 25$ cm, and also:

$$\theta_i = 24^\circ\text{C}$$

Temperature of the room

$$\theta_v = 50^\circ\text{C}$$

Water supply temperature

$$\theta_r = 40^\circ\text{C}$$

Water return temperature

Coefficients α_1 and α_2 are the same as in the previous example, whereas coefficient $\alpha_3 = 0.634$ and $\Delta\theta_H = 20.5$. The resulting efficiency is:

If the pipe spacing were reduced to $T = 20$ cm, this would give coefficient $\alpha_3 = 0.722$ and a higher efficiency:

16.

Химическая стойкость *Chemical resistance*



16. Химическая стойкость

В следующей таблице приводится устойчивость сшитого полиэтилена (PEX) к различным веществам при температуре 20°C и 60°C для труб, которые не подвергаются воздействию механического напряжения.

Эти данные получены из нормативного постановления ISO/TR 10358:1993 и из указаний производителя сырья.

Химическая стойкость выражается следующим образом:

- S** = Удовлетворительная стойкость
- L** = Ограниченная стойкость
- NS** = Неудовлетворительная стойкость

Концентрация выражается в виде процентного отношения массы вещества в водном растворе, в некоторых случаях она указывается с помощью следующих условных обозначений:

Dil.sol. = Разбавленный водный раствор в концентрации не выше 10%.

Sol. = Водный раствор в концентрации не выше 10%, но не насыщенный

Sat.sol. = Насыщенный водный раствор

Nome Sostanza = Название вещества

Formula Chimica = Химическая формула

Conc = Конц.

16. Chemical resistance

The table below shows the resistance of crosslinked polyethylene (PEX) to various substances at 20°C and at 60°C for pipes not subject to mechanical stress.

These data have been taken from the ISO/TR 10358:1993 standards and from indications provided by the raw material producer.

Chemical resistance is expressed as follows:

- S** = Satisfactory resistance
- L** = Limited resistance
- NS** = Unsatisfactory resistance

The concentration is expressed as a percentage in weight of the substance in aqueous solution; in certain cases it is indicated by means of the following symbols:

Dil.sol. = Diluted aqueous solution in concentration no greater than 10%.

Sol. = Aqueous solution in concentration greater than 10% but not saturated.

Sat.sol. = Saturated aqueous solution.

16.

16.

Таблица 16.1 – Химическая стойкость
 Tabella 16.1 - Chemical resistance

Nome della sostanza Name of the substance	Formula chimica Chemical formula	Conc. Conc.	PEX 20°C	PEX 60°C
Acetaldeide / Acetaldehyde	CH ₃ -CHO	100%	S	L
Acetanilide / Acetanilide	CH ₃ CONHC ₆ H ₅	-	S	S
Acetica anidride / Acetic Anhydride	CH ₃ -CO-O-CO-CH ₃	100%	S	L
Acetico acido / Acetic acid	CH ₃ COOH	10%	S	S
Acetico acido / Acetic acid	CH ₃ COOH	60%	S	L
Acetico acido, glaciale / Acetic acid, glacial	CH ₃ COOH	>96%	S	L
Aceto di vino / Wine vinegar		-	S	S
Acetone / Acetone	CH ₃ -CO-CH ₃	100%	L	L
Acqua di mare / Sea water		-	S	S
Acqua regia / Aqua regia	HNO ₃ +3HCl	-	NS	NS
Acronitrile / Acrylonitrile	CH ₂ =CH-CN	100%	S	S
Adipico acido / Adipic acid	HOOC-(CH ₂) ₄ -COOH	Sat.sol.	S	S
Allile acetato / Allyl acetate	C ₅ H ₈ O ₂	-	S	L
Allile cloruro / Allyl chloride	CH ₂ =CHCH ₂ Cl	-	L	NS
Allilico alcohol / Allyl alcohol	H ₂ C=CH-CH ₂ -OH	96%	S	S
Allume / Alum	Al ₂ (SO ₄) ₃ ·K ₂ SO ₄ ·4H ₂ O	Sol.	S	S
Alluminio cloruro / Aluminium chloride	AlCl ₃	Sat.sol.	S	S
Alluminio fluoruro / Aluminium fluoride	AlF ₃	Sat.sol.	S	S
Alluminio idrossido / Aluminium hydroxide	Al(OH) ₃	Sat.sol.	S	S
Alluminio nitrato / Aluminium nitrate	Al(NO ₃) ₃	Sat.sol.	S	S
Alluminio ossicloruro / Aluminium oxychloride	AlClO	Sat.sol.	S	S
Alluminio solfato / Aluminium sulfate	Al ₂ (SO ₄) ₃	Sat.sol.	S	S
Amile acetato / Amyl acetate	CH ₃ (CH ₂) ₄ -OOCCH ₃	100%	L	L
Amile cloruro / Amyl chloride	CH ₃ (CH ₂) ₄ Cl	100%	L	NS
Amllico alcool / Amyl alcohol	CH ₃ (CH ₂) ₃ -CH ₂ -OH	100%	S	L
Ammoniaca, gas / Ammonia, gas	NH ₃	100%	S	S
Ammoniaca, liquido / Ammonia, liquid	NH ₃	100%	S	S
Ammonio acetato / Ammonium acetate	CH ₃ COONH ₄	-	S	S
Ammonio carbonato / Ammonium carbonate	(NH ₄) ₂ CO ₃	Sat.sol.	S	S
Ammonio cloruro / Ammonium chloride	NH ₄ Cl	Sat.sol.	S	S
Ammonio esafluorosilicato / Ammonium hexafluorosilicate	H ₆ F ₆ N ₂ Si	Sat.sol.	S	S
Ammonio fosfato / Ammonium phosphate	NH ₄ H ₂ PO ₄	Sat.sol.	S	S
Ammonio fluoruro / Ammonium fluoride	NH ₄ F	Sol.	S	S
Ammonio idrogeno carbonato / Ammonium hydrogen carbonate	(NH ₄)HCO ₃	Sat.sol.	S	S
Ammonio idrossido / Ammonium hydroxide	NH ₄ OH	30%	S	S
Ammonio metafosfato / Ammonium metaphosphate	(NH ₄) ₄ P ₄ O ₁₂	Sat.sol.	S	S
Ammonio nitrato / Ammonium nitrate	NH ₄ NO ₃	Sat.sol.	S	S
Ammonio ossalato / Ammonium oxalate	(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄ · H ₂ O	Sat.Sol.	S	S
Ammonio persolfato / Ammonium persulfate	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	Sat.Sol.	S	S
Ammonio solfato / Ammonium sulfate	(NH ₄) ₂ SO ₄	Sat.sol.	S	S
Ammonio solfuro / Ammonium sulfide	(NH ₄) ₂ S	Sat.sol.	S	S
Ammonio tiocianato / Ammonium thiocyanate	NH ₄ SCN	Sat.sol.	S	S
Anilina / Aniline	C ₆ H ₅ NH ₂	100%	S	L
Antimonio tricloruro / Antimony trichloride	SbCl ₃	Sol.	S	S
Argento nitrato / Silver nitrate	AgNO ₃	Sat.sol.	S	S
Arsenico acido / Arsenic acid	H ₃ AsO ₄	Sat.sol.	S	S

16.

16.

Nome della sostanza Name of the substance	Formula chimica Chemical formula	Conc. Conc.	PEX 20°C	PEX 60°C
Bario bromuro / Barium bromide	BaBr ₂	Sat. Sol.	S	S
Bario carbonato / Barium carbonate	BaCO ₃	Sat. Sol.	S	S
Bario cloruro / Barium chloride	BaCl ₂	Sat. Sol.	S	S
Bario idrossido / Barium hydroxide	Ba(OH) ₂	Sat. Sol.	S	S
Bario solfato / Barium sulphate	BaSO ₄	Sat. Sol.	S	S
Bario solfuro / Barium sulphide	BaS	Sat. Sol.	S	S
Benzaldeide / Benzaldehyde	C ₆ H ₅ CHO	100%	S	L
Benzene / Benzene	C ₆ H ₆	100%	L	NS
Benzina / Gasoline		-	L	L
Benzilico alcool / Benzyl alcohol	C ₆ H ₅ CH ₂ OH	-	S	S
Benzoico acido / Benzoic acid	C ₆ H ₅ COOH	Sat. Sol.	S	S
Benzoil cloruro / Benzoyl chloride	C ₆ H ₅ COCl	-	S	L
Birra / Beer		-	S	S
Bitume / Bitumen		-	S	S
Borace / Borax	Na ₂ B ₄ O ₇	Sat. Sol.	S	S
Borico acido / Boric acid	H ₃ BO ₃	Sat. Sol.	S	S
Bromidrico acido / Hydrobromic acid	HBr	50%	S	S
Bromidrico acido / Hydrobromic acid	HBr	100%	S	S
Bromo, gas / Bromine, gas	Br ₂	100%	NS	NS
Bromo, liquido / Bromine, liquid	Br ₂	100%	NS	NS
Bromofornio / Bromoform	CHBr ₃	100%	NS	NS
Burro / Butter		-	S	S
Butadiene / Butadiene	CH ₂ =CH-CH=CH ₂	-	NS	NS
Butandiolo / Butandiol	HO-(CH ₂) ₄ -OH	100%	S	S
Butile acetato / Butyl acetate	CH ₃ COOCH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	100%	S	L
Butilenglicol / Butylene glycol	HO-CH ₂ -CH=CH-CH ₂ -OH	100%	S	S
Butilico alcool / Butyl alcohol	CH ₃ (CH ₂) ₃ OH	100%	S	S
Butirrico acido / Butyric acid	CH ₃ CH ₂ CH ₂ COOH	100%	S	L
Caffè / Coffee		-	S	S
Calcio arsenato / Calcium arsenate	Ca ₃ (AsO ₄) ₂	-	S	S
Calcio bromuro / Calcium bromide	CaBr ₂	Sat. Sol.	S	S
Calcio carbonato / Calcium carbonate	CaCO ₃	Sat. Sol.	S	S
Calcio cianuro / Calcium cyanide	Ca(CN) ₂	-	S	S
Calcio clorato / Calcium chlorate	Ca(ClO ₃) ₂	Sat. Sol.	S	S
Calcio cloruro / Calcium chloride	CaCl ₂	Sat. Sol.	S	S
Calcio idrossido / Calcium hydroxide	Ca(OH) ₂	Sat. Sol.	S	S
Calcio ipoclorito / Calcium hypochlorite	Ca(ClO) ₂	Sol.	S	S
Calcio nitrato / Calcium nitrate	Ca(NO ₃) ₂	Sat. Sol.	S	S
Calcio ossido / Calcium oxide	CaO	Sat. Sol.	S	S
Calcio solfato / Calcium sulphate	CaSO ₄	Sat. Sol.	S	S
Calcio solfuro / Calcium sulphide	CaS	Dil. Sol.	L	L
Candeggina / Bleach lye		10%	S	S
Carbonica anidride / Carbon dioxide	CO ₂	100%	S	S
Carbonico acido / Carbonic acid	H ₂ CO ₃	-	S	S
Carbonio bisolfuro / Carbon disulphide	CS ₂	100%	L	NS
Carbonio monossido / Carbon monoxide	CO	100%	S	S
Carbonio tetracloruro / Carbon tetrachloride	CCl ₄	100%	L	NS

16.

16.

Nome della sostanza Name of the substance	Formula chimica Chemical formula	Conc. Conc.	PEX 20°C	PEX 60°C
Cianidrico acido / Hydrocyanic acid	HCN	Sat. Sol.	S	S
Cicloesano / Cyclohexane	C ₆ H ₁₂	-	NS	NS
Cicloesanol / Cyclohexanol	C ₆ H ₁₁ OH	100%	S	S
Cicloesanone / Cyclohexanone	C ₆ H ₁₀ O	100%	S	L
Citrico acido / Citric acid	C ₃ H ₄ (OH)(COOH) ₃	Sat. Sol.	S	S
Citrico acido / Citric acid	C ₃ H ₄ (OH)(COOH) ₃	10%	S	S
Citrico acido / Citric acid	C ₃ H ₄ (OH)(COOH) ₃	25%	S	S
Cloridrico acido / Hydrochloric acid	HCl	10%	S	S
Cloridrico acido / Hydrochloric acid	HCl	20%	S	S
Cloridrico acido / Hydrochloric acid	HCl	30%	S	S
Cloridrico acido / Hydrochloric acid	HCl	36%	S	S
Cloro, acqueo / Chlorine, aqueous	Cl ₂	Sat. Sol.	L	NS
Cloro, gas secco / Chlorine, dry gas	Cl ₂	100%	L	NS
Clorobenzene / Chlorobenzene	C ₆ H ₅ Cl	100%	NS	NS
Cloro etanolo / Ethylene chlorohydrin	ClCH ₂ CH ₂ OH	100%	S	S
Cloroformio / Chloroform	CHCl ₃	100%	NS	NS
Clorometano, gas / Chloromethane, gas	CH ₃ Cl	100%	L	-
Clorosolfonico acido / Chlorosulphonic acid	ClHO ₃ S	100%	NS	NS
Cresilico acido / Cresylic acid	CH ₃ C ₆ H ₄ COOH	Sat. Sol.	L	-
Cromico acido / Chromic acid	CrO ₃ + H ₂ O	20%	S	L
Cromico acido / Chromic acid	CrO ₃ + H ₂ O	50%	S	L
Decalin / Decalin	C ₁₀ H ₁₈	100%	S	NS
Decano / Decane	C ₁₀ H ₂₂	-	L	NS
Detergenti / Detergents		-	S	S
Destrina / Dextrina		Sol.	S	S
Destrosio / Dextrose	C ₆ H ₁₂ O ₆	Sol.	S	S
Diacetonico alcool / Diacetone alcohol	(CH ₃) ₂ COHCH ₂ COCH ₃	-	L	L
Dibutil ammina / Dibutyl amine	(C ₄ H ₉) ₂ NH	-	L	NS
Dibutil etere / Dibutyl ether	[CH ₃ (CH ₂) ₃] ₂ O	-	L	NS
Dibutilftalato / Dibutylphthalate	C ₆ H ₄ (COOC ₄ H ₉) ₂	-	S	L
Diclorobenzene / Dichlorobenzene	C ₆ H ₄ Cl ₂	-	NS	NS
Dicloroetilene / Dichloroethylene	CHCl=CHCl	-	NS	NS
Dietil chetone / Diethyl ketone	(C ₂ H ₅) ₂ CO	-	L	L
Dietilen glicole / Diethylene glycol	C ₄ H ₁₀ O ₃	-	S	S
Dietil etere / Diethyl ether	C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅	100%	L	NS
Diglicolico acido / Diglycolic acid	HOOCCH ₂ OCH ₂ COOH	-	S	S
Diisobutilchetone / Diisobutylketone	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ COCH ₂ CH(CH ₃) ₂	100%	S	L
Dimetil formammide / Dimethyl formamid	HCON(CH ₃) ₂	-	S	S
Diossano / Dioxane	(CH ₂) ₄ O ₂	100%	S	S
Dioctilftalato / Dioctyl phthalate	C ₆ H ₄ (COOC ₈ H ₁₇) ₂	100%	S	L
Eptano / Heptane	C ₇ H ₁₆	100%	NS	NS
Esano / Hexane	C ₆ H ₁₄	-	S	L
Etilacetato / Ethyl acetate	CH ₃ COOCH ₂ CH ₃	100%	S	NS
Etilacrilato / Ethyl acrylate	CH ₂ =CHCOOCH ₂ CH ₃	100%	L	NS
Etilbenzene / Ethyl benzene	C ₆ H ₅ C ₂ H ₅	-	NS	NS
Etilcloruro / Ethyl chloride	CH ₃ CH ₂ Cl	100%	NS	NS
Etildiammina / Ethylene diamine	NH ₂ CH ₂ CH ₂ NH ₂	100%	S	S
Etilenglicol / Ethylene glycol	HOCH ₂ -CH ₂ OH	100%	S	S

16.

16.

Nome della sostanza Name of the substance	Formula chimica Chemical formula	Conc. Conc.	PEX 20°C	PEX 60°C
Etilico alcool / Ethyl alcohol	CH ₃ -CH ₂ -OH	100%	S	S
Etilico etere / Ethyl ether	CH ₃ -CH ₂ -O-CH ₂ -CH ₃	-	NS	NS
Fenolo / Phenol	C ₆ H ₅ OH	Sol.	S	S
Ferrico cloruro / Ferric chloride	FeCl ₃	Sat. Sol.	S	S
Ferrico nitrato / Ferric nitrate	Fe(NO ₃) ₃	Sat. Sol.	S	S
Ferrico solfato / Ferric sulphate	Fe ₂ (SO ₄) ₃	Sat. Sol.	S	S
Ferroso cloruro / Ferrous chloride	FeCl ₂	Sat. Sol.	S	S
Ferroso solfato / Ferrous sulphate	FeSO ₄	Sat. Sol.	S	S
Fluoridrico acido / Hydrofluoric acid	HF	40%	S	S
Fluoridrico acido / Hydrofluoric acid	HF	60%	S	L
Fluoro, gas secco / Fluorine, gas dry	F ₂	100%	NS	NS
Fluoroborico acido / Fluoroboric acid	HBF ₄	-	S	S
Fluorosilicico acido / Fluorosilicic acid	H ₂ SiF ₆	32%	S	S
Formaldeide / Formaldehyde	CH ₂ O	10-30%	S	S
Formaldeide / Formaldehyde	CH ₂ O	30-40%	S	L
Formico acido / Formic acid	HCOOH	40%	S	S
Formico acido / Formic acid	HCOOH	100%	S	S
Fosforico acido / Phosphoric acid	H ₃ PO ₄	25%	S	S
Fosforico acido / Phosphoric acid	H ₃ PO ₄	50%	S	S
Fosforoso pentossido / Phosphorous pentoxide	P ₂ O ₅	100%	S	S
Fosforoso tricloruro / Phosphorous trichloride	PCl ₃	100%	S	L
Ftalico acido / Phthalic acid	C ₆ H ₄ (COOH) ₂	50%	S	S
Fruttosio / Fructose	C ₆ H ₁₂ O ₆	Sat. Sol.	S	S
Furfurale / Furfural	C ₅ H ₄ O ₂	100%	NS	NS
Furfurilico alcool / Furfuryl alcohol	C ₅ H ₆ O ₂	100%	S	L
Gallico acido / Gallic acid	(OH) ₃ C ₆ H ₂ COOH	Sat. Sol.	S	S
Gasolio / Diesel oil		-	S	L
Glucosio / Glucose	C ₆ H ₁₂ O ₆	Sat. Sol.	S	S
Glicerina / Glycerine	C ₃ H ₅ (OH) ₃	Sat. Sol.	S	S
Glicolico acido / Glycolic acid	HOCH ₂ COOH	Sol.	S	S
Idrocarburi alifatici / Aliphatic hydrocarbons		-	L	L
Idrocarburi aromatici / Aromatic hydrocarbons		-	NS	NS
Idrochinone / Hydroquinone	C ₆ H ₄ O ₂	Sat. Sol.	S	S
Idrogeno / Hydrogen	H ₂	100%	S	S
Idrogeno perossido / Hydrogen peroxide	H ₂ O ₂	30%	S	S
Idrogeno perossido / Hydrogen peroxide	H ₂ O ₂	90%	S	NS
Idrogeno solfuro, gas / Hydrogen sulphide, gas	H ₂ S	100%	S	S
Inchiostro / Ink		-	S	S
Iodio (in alcool) / Iodine (in alcohol)	I ₂	-	NS	NS
Iodio (in soluzione di potassio) / Iodine (in potassium solution)	I ₂	-	NS	NS
Isoottano / Iso-octane	C ₈ H ₁₈	100%	S	L
Isopentano / Iso-pentane	C ₅ H ₁₂	-	NS	NS
Isopropanolo / Isopropanol	CH ₃ CH(OH)CH ₃	-	S	S
Isopropil etere / Isopropyl ether	(CH ₃) ₂ CHOCH(CH ₃) ₂	100%	S	NS
Kerosene / Kerosene		-	NS	NS
Lattico acido / Lactic acid	CH ₃ CHOHCOOH	10%	S	S
Lattico acido / Lactic acid	CH ₃ CHOHCOOH	100%	S	S
Latte / milk		-	S	S

16.

16.

Nome della sostanza Name of the substance	Formula chimica Chemical formula	Conc. Conc.	PEX 20°C	PEX 60°C
Lievito / yeast		Sol.	S	S
Lozione dopo barba / After shave lotion		-	NS	NS
Magnesio carbonato / Magnesium carbonate	MgCO ₃	Sat. Sol.	S	S
Magnesio cloruro / Magnesium chloride	MgCl ₂	Sat. Sol.	S	S
Magnesio idrossido / Magnesium Hydroxide	Mg(OH) ₂	Sat. Sol.	S	S
Magnesio nitrato / Magnesium nitrate	Mg(NO ₃) ₂	Sat. Sol.	S	S
Magnesio Solfato / Magnesium sulphate	MgSO ₄	Sat. Sol.	S	S
Maleico acido / Maleic acid	HOOC-CH=CH-COOH	Sat. Sol.	S	S
Melassa / Molasses		-	S	S
Mercurio / Mercury	Hg	100%	S	S
Mercurio cianuro / Mercuric cyanide	Hg(CN) ₂	Sat. Sol.	S	S
Mercurio cloruro / Mercuric chloride	HgCl ₂	Sat. Sol.	S	S
Mercurio nitrato / Mercurous nitrate	HgNO ₃	Sol.	S	S
Metilbromuro / Methyl bromide	CH ₃ Br	100%	NS	NS
Metilcloruro / Methyl chloride	CH ₃ Cl	100%	NS	NS
Metilene cloruro / Methylene chloride	CH ₂ Cl ₂	-	NS	NS
Metil-etil chetone / Methyl-ethyl ketone	CH ₃ COC ₂ H ₅	100%	S	L
Metilico alcool / Methyl alcohol	CH ₃ OH	100%	S	S
Nafta / Naphtha		-	L	NS
Naftalina / Naphthalene	C ₁₀ H ₈	-	L	NS
Nichel cloruro / Nickel chloride	NiCl ₂	Sat. Sol.	S	S
Nichel nitrato / Nickel nitrate	Ni(NO ₃) ₂	Sat. Sol.	S	S
Nichel solfato / Nickel sulphate	NiSO ₄	Sat. Sol.	S	-
Nicotina / Nicotine	C ₁₀ H ₁₄ N ₂	Dil. Sol.	S	S
Nicotinico acido / Nicotinic acid	C ₅ H ₄ NCOOH	Dil. Sol.	S	-
Nitrico acido / Nitric acid	HNO ₃	25%	S	S
Nitrico acido / Nitric acid	HNO ₃	50%	S	L
Nitrico acido / Nitric acid	HNO ₃	70%	S	L
Nitrico acido / Nitric acid	HNO ₃	95%	NS	NS
Nitrico acido / Nitric acid	HNO ₃	100%	NS	NS
Nitrobenzene / Nitrobenzene	C ₆ H ₅ NO ₂	100%	NS	NS
Nitrotoluene / Nitrotoluene	CH ₃ C ₆ H ₄ NO ₂	-	NS	NS
Oleum / Oleum	H ₂ SO ₄ + 10%SO ₃	-	NS	NS
Oleum / Oleum	H ₂ SO ₄ + 50%SO ₃	-	NS	NS
Oleico acido / Oleic acid	C ₁₇ H ₃₃ COOH	100%	S	S
Oli minerali / Mineral oil		-	S	L
Olio di canfora / Camphor oil		-	L	L
Olio di mais / Corn oil		-	S	S
Olio d'oliva / Olive oil		-	S	NS
Olio di paraffina / Paraffin oil		-	S	S
Olio di ricino / Castor oil		Sol.	S	S
Olio di semi di cotone / Cottonseed oil		-	S	S
Olio di silicone / Silicon oil		-	S	S
Ossalico acido / Oxalic acid	HOCCOOH	Sat. Sol.	S	S
Ossigeno / Oxygen	O ₂	100%	S	L
Ozono / Ozone	O ₃	100%	L	NS
Pentano / Pentane	C ₅ H ₁₂	-	NS	NS
Perclorico acido / Perchloric acid	HClO ₄	20%	S	S

16.

16.

Nome della sostanza Name of the substance	Formula chimica Chemical formula	Conc. Conc.	PEX 20°C	PEX 60°C
Perclorico acido / Perchloric acid	HClO ₄	50%	S	L
Perclorico acido / Perchloric acid	HClO ₄	70%	S	NS
Piombo acetato / Lead acetate	Pb(CH ₃ COO) ₂	Sat. Sol.	S	S
Piridina / Pyridine	C ₅ H ₅ N	100%	S	L
Potassio bicarbonato / Potassium bicarbonate	KHCO ₃	Sat. Sol.	S	S
Potassio borato / Potassium borate	K ₃ BO ₃	Sat. Sol.	S	S
Potassio bromato / Potassium bromate	KBrO ₃	Sat. Sol.	S	S
Potassio bromuro / Potassium bromide	KBr	Sat. Sol.	S	S
Potassio carbonato / Potassium carbonate	K ₂ CO ₃	Sat. Sol.	S	S
Potassio clorato / Potassium chlorate	KClO ₃	Sat. Sol.	S	S
Potassio cloruro / Potassium chloride	KCl	Sat. Sol.	S	S
Potassio cromato / Potassium chromate	K ₂ CrO ₄	Sat. Sol.	S	S
Potassio idrossido / Potassium Hydroxide	KOH	10%	S	S
Potassio idrossido / Potassium Hydroxide	KOH	Sol.	S	S
Potassio perclorato / Potassium perchlorate	KClO ₄	Sat. Sol.	S	S
Potassio permanganato / Potassium permanganate	KMnO ₄	20%	S	S
Potassio persolfato / Potassium persulphate	K ₂ S ₂ O ₈	Sat. Sol.	S	S
Potassio solfato / Potassium sulphate	K ₂ SO ₄	Sat. Sol.	S	S
Propilico alcool / Propyl alcohol	C ₃ H ₇ OH	-	S	S
Propionico acido / Propionic acid	CH ₃ CH ₂ COOH	50%	S	S
Propionico acido / Propionic acid	CH ₃ CH ₂ COOH	100%	S	L
Propilene glicole / Propylene glycol	CH ₃ CHOHCH ₂ OH	-	S	S
Rame cianuro / Copper cyanide	Cu(CN) ₂	Sat. Sol.	S	S
Rame cloruro / Copper chloride	CuCl ₂	Sat. Sol.	S	S
Rame fluoruro / Copper fluoride	CuF ₂	Sat. Sol.	S	S
Rame nitrato / Copper nitrate	Cu(NO ₃) ₂	Sat. Sol.	S	S
Rame solfato / Copper sulphate	CuSO ₄	Sat. Sol.	S	S
Salamoia / Brine		-	S	S
Sidro / Cider		-	S	S
Sodio acetato / Sodium acetate	CH ₃ COONa	Sat. Sol.	S	S
Sodio Benzoato / Sodium benzoate	C ₆ H ₅ COONa	Sat. Sol.	S	S
Sodio bicarbonato / Sodium bicarbonate	NaHCO ₃	Sat. Sol.	S	S
Sodio bisolfato / Sodium bisulphate	NaHSO ₄	Sat. Sol.	S	S
Sodio bisolfito / Sodium bisulphite	NaHSO ₃	Sat. Sol.	S	S
Sodio borato / Sodium borate	Na ₂ B ₄ O ₇	-	S	S
Sodio carbonato / Sodium carbonate	Na ₂ CO ₃	Sat. Sol.	S	S
Sodio cianuro / Sodium cyanide	NaCN	Sat. Sol.	S	S
Sodio clorato / Sodium chlorate	NaClO ₃	Sat. Sol.	S	S
Sodio cloruro / Sodium chloride	NaCl	Sat. Sol.	S	S
Sodio fluoruro / Sodium fluoride	NaF	Sat. Sol.	S	S
Sodio fosfato / Sodium phosphate	Na ₃ PO ₄	Sat. Sol.	S	S
Sodio idrossido / Sodium Hydroxide	NaOH	Sol.	S	S
Sodio idrossido / Sodium Hydroxide	NaOH	40%	S	S
Sodio ipoclorito / Sodium Hypochlorite	NaClO	12,5%	S	S
Sodio nitrato / Sodium nitrate	NaNO ₃	Sat. Sol.	S	S
Sodio nitrito / Sodium nitrite	NaNO ₂	Sat. Sol.	S	S
Sodio silicato / Sodium silicate	Na ₂ SiO ₃	Sol.	S	S
Sodio solfuro / Sodium sulphide	Na ₂ S	Sat. Sol.	S	S

16.

16.

Nome della sostanza Name of the substance	Formula chimica Chemical formula	Conc. Conc.	PEX 20°C	PEX 60°C
Solforico acido / Sulphuric acid	H ₂ SO ₄	10%	S	S
Solforico acido / Sulphuric acid	H ₂ SO ₄	50%	S	S
Solforico acido / Sulphuric acid	H ₂ SO ₄	70%	S	L
Solforico acido / Sulphuric acid	H ₂ SO ₄	80%	S	NS
Solforico acido / Sulphuric acid	H ₂ SO ₄	98%	L	NS
Solforico acido / Sulphuric acid	H ₂ SO ₄	Fumante	NS	NS
Solforoso acido / Sulphurous acid	H ₂ SO ₃	Sol.	S	S
Soluzioni per fotografia / Photography solutions		-	S	S
Stannico cloruro / Stannic chloride	SnCl ₄	Sat. Sol.	S	S
Stannoso cloruro / Stannous chloride	SnCl ₂	Sat. Sol.	S	S
Stearico acido / Steric acid	C ₁₇ H ₃₅ COOH	Sat. Sol.	S	-
Succo di carota / Carrot juice		-	S	S
Succo di mela / Apple juice		-	S	S
Succo d'uva / Grape juice		-	S	S
Tannico acido / Tannic acid	C ₁₄ H ₁₀ O ₉	Sol.	S	S
Tartarico acido / Tartaric acid	COOH(CHOH) ₂ COOH	Sat. Sol.	S	S
Tetracloroetilene / tetrachloroethylene	Cl ₂ C=CCl ₂	100%	NS	NS
Tetraidrofurano / Tetrahydrofurane	(CH ₂) ₄ O	-	NS	NS
Tionile cloruro / Thionyl chloride	SOCl ₂	100%	NS	NS
Toluene / Toluene	C ₆ H ₅ CH ₃	100%	L	NS
Trementina / Turpentine		-	NS	NS
Tricloroetilene / Trichloroethylene	ClCH=CCl ₂	100%	NS	NS
Trietanolamina / Triethanolamine	N(CH ₂ CH ₂ OH) ₃	Sol.	S	-
Urea / Urea	NH ₂ CONH ₂	30%	S	S
Urina / Urine		-	S	S
Vaselina / Vaseline		-	L	L
Vino / Wine		-	S	S
Xilene / Xylene	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	100%	L	NS
Zinco cloruro / Zinc chloride	ZnCl ₂	Sat. Sol.	S	S
Zinco solfato / Zinc sulphate	ZnSO ₄	Sat. Sol.	S	S
Zolfo biossido, gas secco / Sulphur dioxide, dry gas	SO ₂	100%	S	S
Zolfo triossido / Sulphur trioxide	SO ₃	100%	NS	NS



ПРИЛОЖЕНИЯ
APPENDIX

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Номинальный диаметр

Условное указание для обозначения: номинальный диаметр DN

Ориентировочный диаметр для трубопроводов из пластмассового материала – это внешний диаметр, однако, часто идёт речь о номинальных диаметрах, которые являются условным указанием для обозначения металлических трубопроводов.

Номинальный диаметр DN ориентировочно представляет собой внутренний диаметр трубопровода и служит в качестве однозначного ориентира для унификации разных элементов, которые составляют трубопровод (трубы, патрубки, фланцы, клапаны и т.д.).

В следующей таблице показывается соотношение между внешними диаметрами труб из сшитого полиэтилена и обычно используемыми номинальными диаметрами.

APPENDIX A. Nominal Diameter

Conventional designation: nominal diameter DN

The diameter usually considered for plastic piping in general is its outer diameter. However nominal diameters – conventionally used to refer to steel piping – are often considered.

Nominal diameter DN gives the piping inner diameter and is the unambiguous point of reference to unify the different component forming the piping (i.e. pipes, fittings, flange, valves).

The following table shows the correlation between outer diameters of cross-linked polyethylene pipes and the nominal diameter generally used.

Таблица а - Условное указание для обозначения: номинальный диаметр
Table a - Conventionsl designation: nominal diameter

d _e (mm)	DN			
	EN ISO 15875 / UNE EN ISO 15875 / DIN 16892-16893			
	S5		S3,2	
	DN (mm)	DN (inch)	DN (mm)	DN (inch)
10	*	*	*	*
12	8	1/4"	8	1/4"
16	10	3/8"	10	3/8"
20	15	1/2"		
25	20	3/4"	15	1/2"
32	25	1"	20	3/4"
40	32	1 1/4"	25	1"
50	40	1 1/2"	32	1 1/4"
63	50	2"	40	1 1/2"
75			50	2"
90	65	2 1/2"	65	2 1/2"
110	80	3"	80	3"

* Трубы EN ISO 15875 Класс C 10x1,5 и 10x1,8 соответствуют номинальному диаметру 6 мм (1/8")

* EN ISO 15875 Class C pipes 10x1.5 and 10x1.8 correspond to a nominal diameter of 6mm (1/8").

ПРИЛОЖЕНИЕ В.
Перевод единиц измерения

APPENDIX B.
Conversion equivalents

Таблица б.1 – Длина
Table b.1 - Length

[mm]	[cm]	[m]	[km]	[mi]	[in]	[ft]	[yd]
1	0,1	0,001	10 ⁻⁶	6,2137·10 ⁻⁷	0,0394	0,0033	0,0011
10	1	0,01	10 ⁻⁵	6,2137·10 ⁻⁶	0,3937	0,0328	0,0109
1000	100	1	1000	6,2137·10 ⁻⁴	39,37	3,2808	1,0936
10 ⁺⁶	100000	1000	1	6,2137·10 ⁻¹	393700	3280,8	1093,6
1,6093·10 ⁺⁶	160934	1609,34	1,6093	1	63360	5280	1760
25,4	2,54	0,0254	2,54·10 ⁻⁵	1,5783·10 ⁻⁵	1	0,0833	0,0278
304,8	30,48	0,3048	3,0480·10 ⁻⁴	1,8939·10 ⁻⁴	12	1	0,3333
914,4	91,44	0,9144	9,1440·10 ⁻⁴	5,6818·10 ⁻⁴	36	3	1

mm Миллиметры
Millimetre

cm Сантиметры
centimetre

m Метры
metre

km Километры
kilometre

mi Мили
miles

in Дюймы
Inch

ft Футы
foot

yd Ярды
yard

mm² Квадратные миллиметры
square millimetre

cm² Квадратные сантиметры
square centimetre

m² Квадратные метры
square metre

in² Квадратные дюймы
square inch

ft² Квадратные футы
square foot

yd² Квадратные ярды
square yard

Таблица б.2 – Участок
Table b.2 - Area

[mm ²]	[cm ²]	[m ²]	[in ²]	[ft ²]	[yd ²]
1	0,01	10 ⁻⁶	1,55·10 ⁻³	1,0764·10 ⁻⁵	1,1960·10 ⁻⁶
100	1	10 ⁻⁴	0,155	1,0764·10 ⁻³	1,1960·10 ⁻⁴
10 ⁺⁶	10000	1	1550	10,7639	1,1960
645,16	6,4516	6·10 ⁻⁴	1	6,9444·10 ⁻³	7,7160·10 ⁻⁴
92903	929,030	0,0929	144	1	0,1111
836127	8361,27	0,8361	1296	9	1

B.

B.

Таблица б.3 – Объём
Table b.3 - Volume

[mm ³]	[cm ³]	[m ³]	[in ³]	[ft ³]	[l]	[ml]	[UK gal]	[US gal]
1	0,001	10 ⁻⁹	6,1024·10 ⁻⁵	3,5315·10 ⁻⁸	10 ⁻⁶	0,001	2,1997·10 ⁻⁷	2,6417·10 ⁻⁷
1000	1	10 ⁻⁶	0,0610	3,5315·10 ⁻⁵	0,001	1	2,1997·10 ⁻⁴	2,6417·10 ⁻⁷
10 ⁺⁹	10 ⁺⁶	1	61024	35,3147	1000	10 ⁺⁶	219,97	264,17
16387	16,3871	1,6387·10 ⁻⁵	1	5,787·10 ⁻⁴	0,0164	16,3871	3,6046·10 ⁻³	4,329·10 ⁻³
2,8317·10 ⁺⁷	28317	0,0283	1728	1	28,3168	28317	6,2288	7,4805
10 ⁺⁶	1000	0,001	61,0237	0,0353	1	1000	0,2200	0,2642
1000	1	1·10 ⁻⁶	0,0610	3,5315·10 ⁻⁵	0,001	1	2,1997·10 ⁻⁴	2,6417·10 ⁻⁴
4,5461·10 ⁺⁶	4546,09	4,5461·10 ⁻³	277,42	0,1605	4,5461	4546,09	1	1,2010
3,7854·10 ⁺⁶	3785,41	3,7854·10 ⁻³	231	0,1337	3,7854	3785,41	0,8327	1

- mm³** Кубические миллиметры
cubic millimetre
- cm³** Кубические сантиметры
cubic centimetre
- m³** Кубические метры
cubic metre
- in³** Кубические дюймы
cubic inch
- ft³** Кубические футы
cubic foot
- l** Литры
litre
- ml** Миллилитры
millilitre
- UK gal** Галлоны (Великобритания)
UK gallon
- US gal** Галлоны (США)
US gallon

- m/s** Метры в секунду
metre per second
- ft/s** Футы в секунду
foot per second
- m/min** Метры в минуту
metre per minute
- ft/min** Футы в минуту
foot per minute
- km/h** Километры в час
kilometre per hour
- mi/h** Мили в час
mile per hour

Таблица б.4 – Скорость
Table b.4 - Speed

[m/s]	[ft/s]	[m/min]	[ft/min]	[km/h]	[mi/h]
1	3,2808	60	196,85	3,6	2,2369
0,3048	1	18,2880	60	1,0973	0,6818
0,0167	0,0547	1	3,2808	0,06	0,0373
0,0051	0,0167	0,3048	1	0,0183	0,0114
0,2778	0,9113	16,6667	54,6807	1	0,6214
0,4470	1,4667	26,8224	88	1,6093	1

B.

B.

Таблица b.5 – Масса
Table b.5 - Mass

[g]	[kg]	[lb]	[t]	[UK t]	[US t]
1	0,001	2,2046·10 ⁻³	10 ⁻⁶	9,8421·10 ⁻⁷	1,1023·10 ⁻⁶
1000	1	2,2046	0,001	9,8421·10 ⁻⁴	1,1023·10 ⁻³
453,59	0,4536	1	4,5359·10 ⁻⁴	4,4643·10 ⁻⁴	5·10 ⁻⁴
10 ⁺⁶	1000	2204,62	1	9,9842	1,1023
1,016·10 ⁺⁶	1016,05	2240	1,0160	1	1,12
907185	907,185	2000	0,9072	0,8929	1

g Граммы
gram

kg Килограммы
kilogram

lb Фунты
pound

t Тонны
tonne

UK t Тонны Великобритании
UK tonne

US t Тонны США
US tonne

l/s Литры в секунду
litre per second

l/min Литры в минуту
litre per hour

l/h Литры в час
litre per hour

m³/s Кубические метры в секунду
cubic metre per second

m³/min Кубические метры в минуту
cubic metre per minute

m³/h Кубические метры в час
cubic metre per hour

ft³/min Кубические футы в минуту
cubic foot per minute

ft³/h Кубические футы в час
cubic foot per hour

UK gal/min Галлоны Великобритании в минуту
UK gallon per minute

US gal/min Галлоны США в минуту
US gallon per minute

Таблица b.6 – Расход
Table b.6 - Flow rate

[l/s]	[l/min]	[l/h]	[m ³ /s]	[m ³ /min]	[m ³ /h]	[ft ³ /min]	[ft ³ /h]	[US gal/]	[US gal/]
1	60	3600	0,001	0,06	3,6	2,1189	127,133	13,1981	15,8503
0,0167	1	60	1,667·10 ⁻⁵	0,001	0,06	0,0353	2,1189	0,2200	0,2642
2,778·10 ⁻⁴	0,0167	1	2,778·10 ⁻⁷	1,667·10 ⁻⁵	0,001	5,886·10 ⁻⁴	0,0353	3,666·10 ⁻³	4,403·10 ⁻³
1000	60000	3,6·10 ⁺⁶	1	60	3600	2118,88	127133	13198	15850
16,6667	1000	60000	0,0167	1	60	35,3147	2118,9	219,969	264,172
0,2778	16,6667	1000	2,778·10 ⁻⁴	0,0167	1	0,5886	35,315	3,6662	4,4029
0,4719	28,3168	1699	4,719·10 ⁻⁴	0,0283	1,6990	1	60	6,2288	7,4805
0,0079	0,4719	28,3168	7,866·10 ⁻⁶	4,719·10 ⁻⁴	0,0283	0,0167	1	0,1038	0,1247
0,0758	4,546	272,77	7,577·10 ⁻⁵	0,0045	0,2728	0,1605	9,6326	1	1,2010
0,0631	3,7854	227,12	6,309·10 ⁻⁵	3,785·10 ⁻³	0,2271	0,1337	8,0208	0,8327	1

B.

B.

Таблица b.7 – Сила
Table b.7 - Force

[N]	[kN]	[Kgf]	[lbf]
1	0,001	0,1020	0,2248
1000	1	101,97	224,81
9,8066	$9,8066 \cdot 10^{-3}$	1	2,2046
4,4482	$4,4482 \cdot 10^{-3}$	0,4536	1

N Ньютон
Newton

kN Килоньютон
kiloNewton

Kgf Килограмм-сила
kilogram force

lbf Фунт-сила
pound force

Pa Паскаль
Pascal

mbar Миллибар
millibar

bar Бар
bar

atm Атмосфера
atmosphere

kgf/cm² Килограмм-сила на квадратный сантиметр
kilogram force per square centimetre

lbf/in² Фунт-сила на квадратный дюйм
pound force per square inch

ft H₂O Футы воды
foot of water

m H₂O Метры воды
metre of water

mm Hg Миллиметры ртутного столба
millimetre of mercury

in Hg Дюймы ртутного столба
inch of mercury

Таблица b.8 – Давление
Table b.8 - Pressure

[Pa]	[mbar]	[bar]	[atm]	[Kgf/cm ²]	[lbf/in ²]	[ft H ₂ O]	[m H ₂ O]	[mm Hg]	[in Hg]
1	0,01	10^{-5}	101325	$1,02 \cdot 10^{-5}$	$1,45 \cdot 10^{-4}$	$3,346 \cdot 10^{-4}$	$1,02 \cdot 10^{-4}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$	$2,953 \cdot 10^{-4}$
100	1	10^{-3}	$1,013 \cdot 10^{+7}$	$1,02 \cdot 10^{-3}$	0,0145	0,0335	0,0102	0,7501	0,0295
10^{+5}	1000	1	$1,013 \cdot 10^{+10}$	1,0197	14,5033	33,456	10,1968	750,062	29,53
$9,869 \cdot 10^{-6}$	$9,869 \cdot 10^{-8}$	$9,869 \cdot 10^{-11}$	1	$1,006 \cdot 10^{-10}$	$1,431 \cdot 10^{-9}$	$3,302 \cdot 10^{-9}$	$1,006 \cdot 10^{-9}$	$7,402 \cdot 10^{-8}$	$2,914 \cdot 10^{-9}$
98067	980,67	0,9807	$9,937 \cdot 10^{+9}$	1	14,2229	32,8093	10	735,563	28,9592
6895	68,95	0,0690	$6,986 \cdot 10^{+8}$	0,0703	1	2,3068	0,7031	51,7168	2,0361
2989	29,89	0,0299	$3,029 \cdot 10^{+8}$	0,0305	0,4335	1	0,3048	22,4193	0,8827
9807	98,07	0,0981	$9,937 \cdot 10^{+8}$	0,1	1,4223	3,2810	1	73,5585	2,8960
133,32	1,3332	$1,333 \cdot 10^{-3}$	$1,351 \cdot 10^{+7}$	$1,359 \cdot 10^{-3}$	0,0193	0,0446	0,0136	1	0,0394
3386,4	33,8639	0,0339	$3,431 \cdot 10^{+8}$	0,0345	0,4911	1,1330	0,3453	25,4	1

B.

B.

Таблица б.9 – Энергия
Table b.9 - Energy

[J]	[KJ]	[cal]	[Kcal]	[Kgm]	[Wh]	[KWh]
1	10 ⁺³	4,1868	4,187·10 ⁺³	9,81	3,6·10 ⁺³	3,6·10 ⁺⁶
10 ⁻³	1	4,187·10 ⁻³	4,1868	9,81·10 ⁻³	3,6	3,6
0,2388	238,846	1	1000	2,3419	859,845	8,6·10 ⁺⁵
2,388·10 ⁻⁴	0,2388	0,001	1	2,34·10 ⁻³	0,8598	859,845
0,1019	101,937	0,427	427	1	367,647	3,68·10 ⁺⁵
2,778·10 ⁻⁴	0,2778	1,163·10 ⁻³	1,163	2,72·10 ⁻³	1	1000
2,778·10 ⁻⁷	2,778·10 ⁻⁴	1,163·10 ⁻⁶	1,163·10 ⁻³	2,72·10 ⁻⁶	0,001	1

- J** Джоули
Joule
- KJ** Килоджоули
KiloJoule
- cal** Калории
Calorie
- Kcal** Килокалории
Kilocalorie
- Kgm** Килограмм-метр
kilogram-metre
- Wh** Ватт-час
Watt hour
- KWh** Киловатт-час
kiloWatt hour

- W** Ватт
Watt
- KW** Киловатт
Kilowatt
- Kcal/h** Килокалории в час
kilocalorie per hour
- Kgm/s** Килограмм-метр в секунду
kilogram-metre per second

Таблица б.10 – Мощность
Table b.10 - Power

[W]	[KW]	[kcal/h]	[Kgm/s]
1	1000	1,163	9,81
0,001	1	1,163·10 ⁻³	9,81·10 ⁻³
8,6·10 ⁻¹	8,6·10 ⁺²	1	8,43
1,02·10 ⁻¹	1,02·10 ⁺²	0,12	1

**ПРИЛОЖЕНИЕ С.
Литература Unidelta**

Собрание технических руководств

Собрание технических руководств компании UNIDELTA включает в себя:

- Техническое руководство по компрессионным муфтам и гнездам с проушиной на итальянском, французском, испанском, английском, немецком, русском и чешском языках (Рисунок с.1);
- Техническое руководство электросварных муфт, отводных хомутов, переходных и стыковых соединений на итальянском, французском, испанском, английском, немецком и русском языках (Рисунок с.2);
- Техническое руководство трубы из полиэтилена на итальянском и английском языках (Рисунок с.3);
- Техническое руководство трубы из сшитого полиэтилена на итальянском, английском и русском языках (Рисунок с.4);
- Техническое руководство многослойной трубы Unidelta и нажимных муфт Unidelta MultiProfilo на итальянском, французском, английском и русском языках (Рисунок с.5).



Рисунок с.1 – Компрессионные муфты и гнезда с проушиной
Figure c.1 - Compression Fittings and Clamp Saddles



Рисунок с.2 - Электросварные муфты, отводные хомуты, переходные и стыковые соединения
Figure c.2 - Electrofusion fittings, Underclamp tapping tees, Transition and Butt Fusion Fittings



Рисунок с.3 – Трубы из полиэтилена
Figure c.3 - Polyethylene pipes



Рисунок с.4 - Трубы из сшитого полиэтилена
Figure c.4 - Crosslinked polyethylene pipes



Рисунок с.5 – Многослойные трубы, нажимные муфты, коллекторы и оборудование
Figure c.5 - Multilayer Pipe, Press Fittings, manifolds and tools

**APPENDIX C.
The Unidelta literature**

Collection of technical manuals

The Collection of UNIDELTA Technical Manuals include:

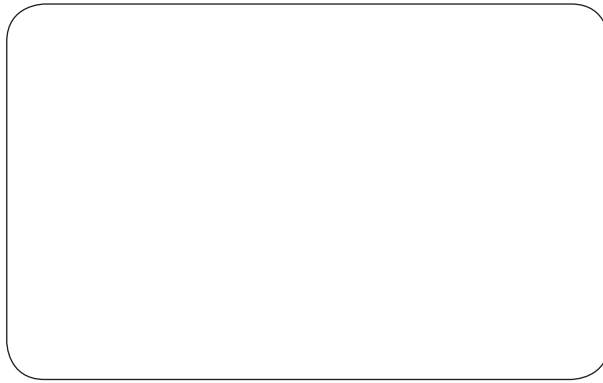
- Technical Manual for Compression Fittings and Clamp Saddles in Italian, English, Spanish, French, German, Russian and Czech (Figure c.1);
- Technical Manual for Electrofusion Fittings, Transition Joints and Butt Fusion Jointings available in Italian, English, Spanish, French, German and Russian (Figure c.2);
- Technical Manual for the Polyethylene Pipe available in Italian (Figure c.3);
- Technical Manual for the Reticulated Polyethylene Pipe available in Italian and English (Figure c.4);
- Technical Manual for the Unidelta Multi-layer Pipe and Press Fittings available in Italian, English, French and Russian (Figure c.5).

NOTE

Приведённые в каталоге размеры могут изменяться без предварительно оповещения для технического обновления.
The dimensions shown in the catalogue may change without notice as the result of technical updating.



Certificato n° 127
UNI EN ISO 9001:2008



UNIDELTA SpA

Via Capparola Sotto, 4 - 25078 Vestone (BS) - Italy

Tel. +39 0365 878011 - Fax Export +39 0365 878090 - Fax Italia +39 0365 878080

www.unidelta.com - e-mail: unidelta@unidelta.com