

## Содержание

## Страница

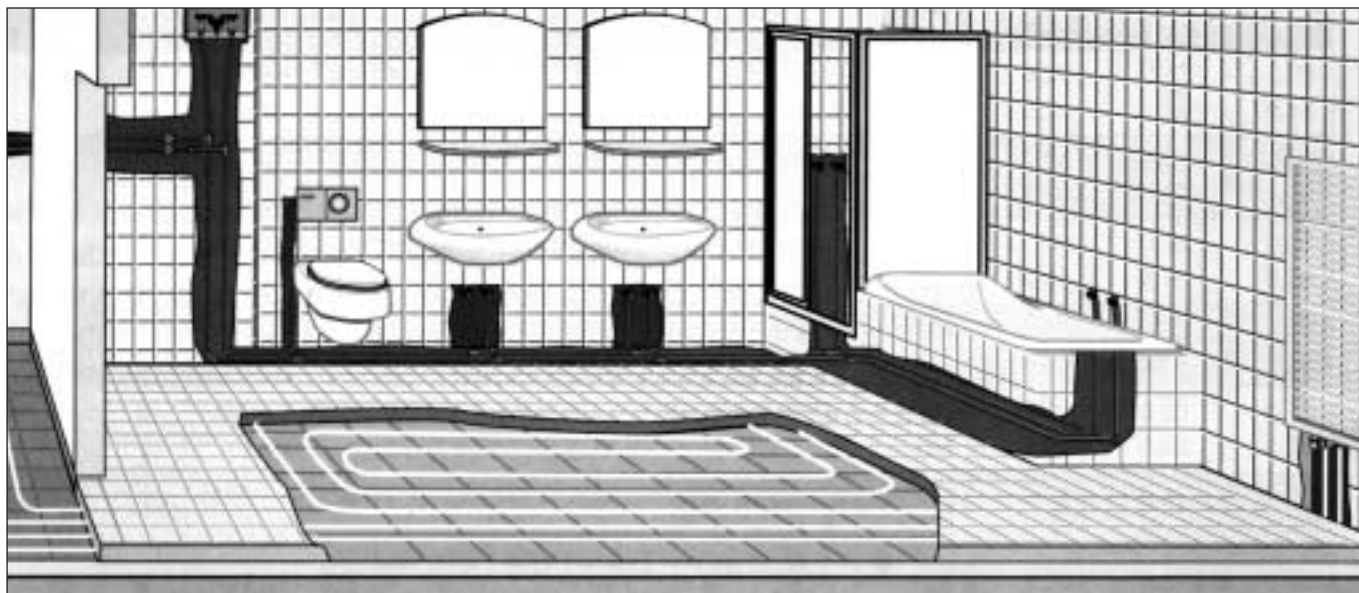
|                                                                                   |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>I. Использование системы EKOPLASTIK PPR</b>                                    | <b>2</b>       |
| <b>II. Гарантия</b>                                                               | <b>2</b>       |
| <b>III. Основная информация об ассортименте</b>                                   | <b>3</b>       |
| <b>IV. Свойства системы EKOPLASTIK PPR</b>                                        | <b>3</b>       |
| 1. Преимущества                                                                   | 3              |
| 2. Маркировка изделий системы EKOPLASTIK PPR                                      | 3              |
| 3. Материал для производства труб и фитингов системы EKOPLASTIK                   | 4              |
| 4. Нормативы для производства и апробирования изделий                             | 4              |
| 5. Сертификация                                                                   | 4              |
| <b>V. Предполагаемые качества среды в трубопроводной системе</b>                  | <b>5</b>       |
| 1. Внутренние водопроводные сети.                                                 | 5              |
| 2. Рабочие параметры сетей отопления                                              | 5              |
| <b>VI. Расчет рабочих параметров трубопроводов из PPR для водопроводных сетей</b> | <b>5</b>       |
| Таб. эксплуатационные параметры трубопровода из PPR для отопления                 | 7              |
| Таб. параметров функционирования трубопровода из PPR - водоводы                   | 8              |
| <b>VII. Расчет рабочих параметров трубопроводов из PPR для сетей отопления</b>    | <b>6</b>       |
| 1. Концептуальное решение системы отопления                                       | 6              |
| 2. Определение срока эксплуатации труб в системах отопления                       | 6              |
| 3. Пример определения срока эксплуатации трубопровода в отопительной сети         | 9              |
| 4. Корректировка расчетного срока эксплуатации труб из PPR                        | 9              |
| 5. Специфика напольного отопления                                                 | 9              |
| <b>VIII. Возможности проводки трубопровода EKOPLASTIK</b>                         | <b>12</b>      |
| <b>IX. Инструкция по монтажу</b>                                                  | <b>13</b>      |
| 1. Общие сведения                                                                 | 13             |
| 2. Линейное расширение и усадка                                                   | 14             |
| Графы для отсчета линейного изменения трубопровода и величины компенсации         | 16 – 17        |
| Примеры расчета дилатаций и компенсаций с предварительным напряжением             | 18             |
| 3. Расстояние между опорами трубопровода                                          | 19             |
| 4. Крепление трубопровода                                                         | 20             |
| 5. Прокладка трубопровода                                                         | 21             |
| 6. Соединение в систему                                                           | 24             |
| 7. Изоляция                                                                       | 25             |
| 8. Испытание давлением                                                            | 25             |
| <b>X. Складирование и транспортировка материала</b>                               | <b>26</b>      |
| <b>XI. Заключительное положение</b>                                               | <b>26</b>      |
| Приложение - Протокол об испытании давлением                                      | 27             |
| <b>XII. Способ полифузной сварки</b>                                              | <b>28</b>      |
| 1. Необходимые инструменты                                                        | 28             |
| 2. Подготовка инструментов                                                        | 28             |
| 3. Подготовка материала                                                           | 28             |
| 4. Процесс сварки                                                                 | 28             |
| <b>XIII. Способ сварки электрофитингом</b>                                        | <b>30</b>      |
| 1. Необходимые инструменты                                                        | 30             |
| 2. Подготовка инструментов                                                        | 30             |
| 3. Процесс сварки                                                                 | 30             |
| <b>XIV. Таблицы потерь давления</b>                                               | <b>31 – 38</b> |

## **I. Использование системы ЕКОPLASTIK PPR**

Трубопроводную систему ЕКОPLASTIK можно использовать как распределительный механизм для подачи воды в жилых домах и административных зданиях, учреждениях культуры, медицинских учреждениях, в высших и средних учебных заведениях, в дошкольных учреждениях, в промышленности и в сельском хозяйстве.



Трубопроводы ЕКОPLASTIK PPR предназначены для подачи холодной и горячей воды (как питьевой, так и технической), для систем местного и центрального отопления и кондиционирования, для систем напольного и потолочного отопления, для подачи воздуха.



Трубопроводы ЕКОPLASTIK можно использовать для транспортировки жидких, газообразных и сыпучих материалов. Возможность использования труб ЕКОPLASTIK для указанных сред определяется в каждом конкретном случае, в зависимости от химической стойкости материала трубы к транспортируемой среде.

## **II. Гарантия**

На стандартные изделия системы ЕКОPLASTIK PPR дается гарантия сроком на 10 лет. Условием гарантии является правильное применение изделия при соблюдении предписаний настоящей инструкции по монтажу. На остальные изделия предоставляется гарантия сроком на 24 месяца. (В каталоге изделий стандартные детали обозначены буквой С.)

### III. Основная информация об ассортименте

Система EKOPLASTIK PPR предусматривает следующие типоразмеры труб и фитингов (приводится наружный диаметр труб): 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90 и 110 мм.

**В рамках системы EKOPLASTIK производятся трубы четырех типов или нагнетательных серий (с разной толщиной стенки) для возможности использовать в разных эксплуатационных условиях (в зависимости от комбинации эксплуатационного давления и температуры):**

- PN 10 для холодной воды и напольного отопления
- PN 16 для горячей воды и напольного отопления
- PN 20 для горячей воды и центрального отопления
- STABI PN 20 для горячей воды и центрального отопления

**Фитинги производятся одного типа или напорного ряда (в максимальной серии PN 20)**

**в следующих модификациях:**

- цельнопластиковые фитинги (муфты, колена, тройники, заглушки, крестовины и пр.)
- комбинированные фитинги (пластик + латунь) для соединения с металлическими элементами трубопровода (муфты с внутренней или наружной резьбой, колена с внутренней или наружной резьбой, муфты с накидными гайками, настенные колена, универсальный настенный комплект и пр.)
- фитинги для фланцевых соединений
- прямооточные пластиковые клапаны (вентили) с латунным конусом (классические и под штукатурку)
- шаровые пластиковые краны с латунным никелированным шаром (классические и под штукатурку)
- специальные детали (перекрещивания, компенсационные петли и пр.)

**дополнительные детали**

- инструмент (сварочные аппараты, режущие инструменты, ножницы, обрезные приспособления, шаберы, термометры и сварочные препараты)
- изоляцию
- скобы, патроны, металлические желобки, пластиковые желоба и пробки

Подробный список фитингов и деталей приведен в каталоге изделий.



### IV. Свойства системы EKOPLASTIK PPR

#### 1. Преимущества

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отсутствие коррозии.</li> <li>• Отсутствие заиливания.</li> <li>• Гигиеническая безвредность.</li> <li>• Экологически безвредное изделие (возможность вторичной переработки или безвредного сжигания).</li> <li>• Низкие потери давления по длине (на трение).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Химическая стойкость.</li> <li>• Плохой электропроводник.</li> <li>• Гибкость.</li> <li>• Низкая масса.</li> <li>• Легкий, быстрый и чистый монтаж.</li> <li>• Бесшумность.</li> <li>• При условии правильного применения, срок эксплуатации – 50 и более лет.</li> </ul> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 2. Маркировка изделий системы EKOPLASTIK PPR

Трубы и фитинги при производстве маркируются для идентификации в торговой сети или при потреблении (при монтаже).

Маркировка осуществляется следующим образом:

**Трубы:** Название EKOPLASTIK, материал, напорный ряд, размер, номер стандарта, дата производства и отметка поточной линии.

**Фитинги:** Название EKOPLASTIK (в некоторых случаях приводится только сокращение ЕК или ЕКО), размер и материал.

В упаковках фитингов имеется бумажная этикетка, на которой кроме наименования детали

приводится дата упаковки и идентификационная отметка контролера, производившего качественную оценку изделия. На основании требований DIN 8077/1997, которые применяются при производстве труб, обозначение напорного ряда будет постепенно переходить от сокращения PN на сокращение SDR следующим образом:

|     |    |     |    |
|-----|----|-----|----|
| PN  | 10 | 16  | 20 |
| SDR | 11 | 7,4 | 6  |

Возможность идентификации каждой детали является важным инструментом при контроле качества и в случае рекламации товара.

### 3. Материал для производства труб и фитингов системы EKOPLASTIK

Для производства труб и фитингов системы EKOPLASTIK используется статический сополимер полипропилена (полипропилен 3 типа) – Рандом сополимер (принятые условные обозначения – PP-3, PPR-3, PPR, PPRS), обрабатываемый методами инъекционного прессования и экструзии, обладающий отменной свариваемостью.

#### Отдельные характеристики PPR

| СВОЙСТВА                                      | УСЛОВИЯ ИСПЫТАНИЙ | ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ    | PPR ПОКАЗАТЕЛЬ          |
|-----------------------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------|
| Индекс потока MFI                             | 230 °C / 2,16 кг  | г / 10 мин           | 1,30 Б 0,3              |
| Удельная масса                                |                   | г / см <sup>3</sup>  | 0,9                     |
| Предел текучести при растяжении               |                   | МПа                  | 25 а 26                 |
| Удлинение передела текучести                  |                   | %                    | 10 а 15                 |
| Е модуль упругости на сгибе                   |                   | Н / мм <sup>2</sup>  | 850 а 900               |
| Удельная ударная вязкость (CHARPY)            | 23 °C             | кДж / м <sup>2</sup> | 22 Б 3                  |
|                                               | 0 °C              | кДж / м <sup>2</sup> | 4 а 4,5                 |
| Коэффициент линейного термического расширения |                   | м / мК               | 1,21 · 10 <sup>-2</sup> |
| Коэффициент теплопроводности                  |                   | Ват / мК             | 0,24                    |

### 4. Нормативы для производства и апробирования изделий

Производство деталей системы EKOPLASTIK PPR осуществляется в соответствии с производственным стандартом PN 01 (аналог технических условий на производство), с нормами DIN 8077, DIN 8078, DIN 16962, DIN 4726, с требованиями европейских норм EN 12202, международных стандартов ISO 3212, ISO 7279 и связанных с ними стандартов.

В производственный стандарт ПС 01 постепенно вводятся требования из системы европейских норм EN.

Для обеспечения качества изделий в соответствии с ISO 9002 производится регулярный контроль производства, с использованием научно обоснованных методик.

Контролируются:

- характеристики исходного сырья
- параметры изделий на отдельных стадиях производства
- производственное оборудование
- параметры измерительных приборов

### 5. Система EKOPLASTIK PPR сертифицирована в следующих странах:

Чешская Республика, Австрия, Польша, Словакия, Россия, Хорватия, Украина, Болгария, Венгрия, Румыния, Испания, Словения, Германия, Португалия, Япония (состояние к началу 2004-го года).

## **V. Условия эксплуатации трубопроводов из PPR во внутренних сетях.**

### **1. Внутренние водопроводные сети.**

Для внутренних водопроводных сетей типовыми являются следующие эксплуатационные параметры:

| среда         | макс. эксплуатационное давление [бар] | макс. эксплуатационная температура [°C] |
|---------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|
| холодная вода | 0 – 10                                | до 20 °C *                              |
| горячая вода  | 0 – 10                                | до 60 °C **                             |

\* Для питьевой воды по соображениям гигиены желательна температура не выше 20 °C.

\*\* В системах горячего водоснабжения, в целях предотвращения ошпаривания (ожога), предусматривается температура воды не выше 57 °C (в месте водоразбора). Однако следует отметить, что в системах горячего водоснабжения предусматривается периодический кратковременный нагрев воды до более высокой температуры (70 °C) по гигиеническим причинам: для ликвидации патогенных микробактерий и в частности бактерии *Legionella pneumophila* (легионелла пневмофила).

Систему EKOPLASTIK PPR можно использовать для всех трубопроводов внутреннего водоснабжения (холодная питьевая вода, холодная не питьевая (техническая) вода, горячая вода, циркуляционные линии).

Предполагаемый срок эксплуатации полипропиленовой трубопроводной системы 50 лет при условии правильного выбора материала, правильном применении выбранного материала и правильном монтаже системы. Материал выбирается проектировщиком в зависимости от эксплуатационных параметров системы (давление-температура), а также способов нагрева воды и системы терморегулирования (точность-надежность).

### **2. Рабочие параметры сетей отопления**

При определении целесообразности использования системы EKOPLASTIK PPR во внутренних сетях отопления проектировщику необходимо принимать во внимание расчетную температуру входящей воды (t), которая является максимальной температурой в целой системе, зависящую от температурных характеристик отопительных приборов, от технических возможностей источников тепла, типа расширительного сосуда (экспансомата) и способа подпитки системы.

На практике различают следующие системы отопления:

высокотемпературные: 90/70 °C, 85/75 °C, 80/60 °C, 75/65 °C, 70/50 °C, 70/60 °C (в исключительных случаях 92,5/67,5 °C) низкотемпературные: 55/45 °C, 45/35 °C, 35/25 °C.

| система                      | температура | использование       |
|------------------------------|-------------|---------------------|
| Низкотемпературная           | до 65 °C    | рекомендовано       |
| Высокотемпературная открытая | до 95 °C    | менее рекомендовано |
| Высокотемпературная закрытая | до 115 °C   | не рекомендовано    |

Наиболее предпочтительными для применения системы EKOPLASTIK PPR являются сети с характеристиками 75/65 °C, 70/50 °C, 70/60 °C и все низкотемпературные системы.

## **VI. Расчет рабочих параметров трубопроводов из PPR для водопроводных сетей**

Под параметрами эксплуатации подразумевается зависимость между давлением и температурой, обеспечивающая нормальное функционирование трубопровода в течение всего срока эксплуатации.



Допустимые параметры эксплуатации приведены в таблице на стр.: 8. В этой же таблице отмечено (выделено другим цветом) рекомендованное применение труб того или иного напорного ряда для сетей холодного и горячего водоснабжения. При составлении данной таблицы производился расчет с использованием коэффициента безопасности равный 1,5.

(Примечание: Из таблицы видно, что при одинаковой температуре трубы большего напорного ряда выдерживают большее эксплуатационное давление. При рассмотрении одного напорного ряда заметно, что с увеличением температуры понижается эксплуатационное давление. Фитинги системы ЕКОPLASTIK PPR изготовлены в максимально возможном напорном ряду PN 20.)

При использовании полипропиленовых труб в сетях централизованного горячего водоснабжения убедитесь, что сеть имеет качественную технологию нагрева воды и оборудование гарантирующее стабильную температуру воды в сети, которая не будет превышать максимально допустимую расчетную температуру.

## **VII. Расчет рабочих параметров трубопроводов из PPR для сетей отопления**

### **1. Концептуальное решение системы отопления**

Для систем центрального отопления предназначены трубы ЕКОPLASTIK PPR PN 20 и ЕКОPLASTIK STABI.

Выбор материала трубопровода является решающим при проектировании системы отопления. Для расчета системы отопления из полипропиленовых труб применяются те же методы, что и для расчета систем из металлических труб. Основное различие между металлическими и полипропиленовыми трубопроводами заключается в том, что полипропиленовые трубы не рекомендуется прокладывать открыто, за исключением технических и монтажных помещений. Если этот факт берется во внимание уже на стадии проектирования системы отопления, то имеется возможность использовать наиболее экономные и безопасные решения. На стадии проектирования необходимо составить принципиальные схемы укладки труб, в зависимости от типа выбранной системы (однотрубная, двухтрубная, коллекторная, комбинированная и пр.). Необходимо выбрать способы защиты труб от механических и иных повреждений, способы изоляции труб, способы компенсации линейного расширения и прочее. В итоге получится качественная, надежная и долговечная система, которая не портит эстетический вид помещений. Необходимо рассчитать срок эксплуатации проектируемой системы, для чего необходимы следующие данные:

- максимальная температура воды [°C]
- максимальное эксплуатационное давление [МПа]
- наружный диаметр используемой трубы [мм]
- толщина стенки используемой трубы [мм]
- коэффициент безопасности (для отопления)
- продолжительность отопительного сезона в году [месяцы]

### **2. Определение срока эксплуатации труб в системах отопления**

Для определения срока эксплуатации необходимо установить расчетное напряжение в стенке трубы, определенное по максимальному эксплуатационному давлению по формуле:

$$\sigma_v = \frac{p \cdot (D - s)}{2 \cdot s} \cdot k$$

Для справки:

1 МПа = 10 бар = 10 атм =  
101,3 м вод.ст. = 101325 Па

| обозначение | величина                                     |
|-------------|----------------------------------------------|
| $\sigma_v$  | расчетное напряжение [МПа]                   |
| D           | наружный диаметр трубы [мм]                  |
| s           | толщина стенки [мм]                          |
| p           | максимальное давление [МПа]                  |
| k           | коэффициент безопасности [для отопления 2,5] |

Таблица: Эксплуатационные параметры трубопровода из PPR для отопления

Эксплуатационный срок в таблице отвечает соку эксплуатации при непрерывной работе. Окончательный предполагаемый срок эксплуатации с учетом продолжительности отопительного сезона, необходимо вычислить по формуле на стр.: 9 предполагаемый срок эксплуатации.

| температура<br>[°C] | период<br>эксплуатации<br>(годы) | нагнетательная серия                            |       |           |       |
|---------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|-------|-----------|-------|
|                     |                                  | PN 10                                           | PN 16 | PN 20     | STABI |
|                     |                                  | допустимое превышение давления при эксплуатации |       |           |       |
| 30                  | 1                                | 7,68                                            | 12,12 | 15,30     | 15,30 |
|                     | 5                                | 7,20                                            | 11,40 | 14,34     | 14,34 |
|                     | 10                               | 6,96                                            | 10,98 | 13,86     | 13,86 |
|                     | 25                               | 6,72                                            | 10,62 | 13,38     | 13,38 |
|                     | 50                               | 6,54                                            | 10,38 | 13,08     | 13,08 |
| 40                  | 1                                | 6,48                                            | 10,26 | 12,90     | 12,90 |
|                     | 5                                | 6,06                                            | 9,60  | 12,12     | 12,12 |
|                     | 10                               | 5,88                                            | 9,36  | 11,76     | 11,76 |
|                     | 25                               | 5,64                                            | 9,00  | 11,28     | 11,28 |
|                     | 50                               | 5,52                                            | 8,70  | 10,98     | 10,98 |
| 50                  | 1                                | 5,52                                            | 8,70  | 10,98     | 10,98 |
|                     | 5                                | 5,10                                            | 8,10  | 10,20     | 10,20 |
|                     | 10                               | 4,92                                            | 7,86  | 9,90      | 9,90  |
|                     | 25                               | 4,80                                            | 7,56  | 9,54      | 9,54  |
|                     | 50                               | 4,62                                            | 7,32  | 9,24      | 9,24  |
| 60                  | 1                                |                                                 |       | 9,24      | 9,24  |
|                     | 5                                |                                                 |       | 8,54      | 8,54  |
|                     | 10                               |                                                 |       | 8,28      | 8,28  |
|                     | 25                               |                                                 |       | 7,98      | 7,98  |
|                     | 50                               |                                                 |       | 7,62      | 7,62  |
| 70                  | 1                                |                                                 |       | 7,80      | 7,80  |
|                     | 5                                |                                                 |       | 7,14      | 7,14  |
|                     | 10                               |                                                 |       | 7,02      | 7,02  |
|                     | 25                               |                                                 |       | 6,06      | 6,06  |
|                     | 50                               |                                                 |       | 5,10      | 5,10  |
| 80                  | 1                                |                                                 |       | 6,54      | 6,54  |
|                     | 5                                |                                                 |       | 5,76      | 5,76  |
|                     | 10                               |                                                 |       | 4,80      | 4,80  |
|                     | 25                               |                                                 |       | 3,84      | 3,84  |
| 95                  | 1                                |                                                 |       | 4,62      | 4,62  |
|                     | 5                                |                                                 |       | 3,00      | 3,00  |
|                     |                                  |                                                 |       |           |       |
|                     |                                  | напольное отопление                             |       | отопление |       |

коэффициент безопасности 1,5

**Таблица: Эксплуатационные параметры трубопровода из PPR для водовода  
(на основе DIN 8077/1997)**

| температура<br>[°C] | период<br>эксплуатации<br>(годы) | нагнетательная серия                            |       |       |       |
|---------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|-------|-------|-------|
|                     |                                  | PN 10                                           | PN 16 | PN 20 | STABI |
|                     |                                  | допустимое превышение давления при эксплуатации |       |       |       |
| 10                  | 1                                | 17,6                                            | 27,8  | 35,0  | 35,0  |
|                     | 5                                | 16,6                                            | 26,4  | 33,2  | 33,2  |
|                     | 10                               | 16,1                                            | 25,5  | 32,1  | 32,1  |
|                     | 25                               | 15,6                                            | 24,7  | 31,1  | 31,1  |
|                     | 50                               | 15,2                                            | 24,0  | 30,3  | 30,3  |
| 20                  | 1                                | 15,0                                            | 23,8  | 30,0  | 30,0  |
|                     | 5                                | 14,1                                            | 22,3  | 28,1  | 28,1  |
|                     | 10                               | 13,7                                            | 21,7  | 27,3  | 27,3  |
|                     | 25                               | 13,3                                            | 21,1  | 26,5  | 26,5  |
|                     | 50                               | 12,9                                            | 20,4  | 25,7  | 25,7  |
| 30                  | 1                                | 12,8                                            | 20,2  | 25,5  | 25,5  |
|                     | 5                                | 12,0                                            | 19,0  | 23,9  | 23,9  |
|                     | 10                               | 11,6                                            | 18,3  | 23,1  | 23,1  |
|                     | 25                               | 11,2                                            | 17,7  | 22,3  | 22,3  |
|                     | 50                               | 10,9                                            | 17,3  | 21,8  | 21,8  |
| 40                  | 1                                | 10,8                                            | 17,1  | 21,5  | 21,5  |
|                     | 5                                | 10,1                                            | 16,0  | 20,2  | 20,2  |
|                     | 10                               | 9,8                                             | 15,6  | 19,6  | 19,6  |
|                     | 25                               | 9,4                                             | 15,0  | 18,8  | 18,8  |
|                     | 50                               | 9,2                                             | 14,5  | 18,3  | 18,3  |
| 50                  | 1                                | 9,2                                             | 14,5  | 18,3  | 18,3  |
|                     | 5                                | 8,5                                             | 13,5  | 17,0  | 17,0  |
|                     | 10                               | 8,2                                             | 13,1  | 16,5  | 16,5  |
|                     | 25                               | 8,0                                             | 12,6  | 15,9  | 15,9  |
|                     | 50                               | 7,7                                             | 12,2  | 15,4  | 15,4  |
| 60                  | 1                                | 7,7                                             | 12,2  | 15,4  | 15,4  |
|                     | 5                                | 7,2                                             | 11,4  | 14,3  | 14,3  |
|                     | 10                               | 6,9                                             | 11,0  | 13,8  | 13,8  |
|                     | 25                               | 6,7                                             | 10,5  | 13,3  | 13,3  |
|                     | 50                               | 6,4                                             | 10,1  | 12,7  | 12,7  |
| 70                  | 1                                | 6,5                                             | 10,3  | 13,0  | 13,0  |
|                     | 5                                | 6,0                                             | 9,5   | 11,9  | 11,9  |
|                     | 10                               | 5,9                                             | 9,3   | 11,7  | 11,7  |
|                     | 25                               | 5,1                                             | 8,0   | 10,1  | 10,1  |
|                     | 50                               | 4,3                                             | 6,7   | 8,5   | 8,5   |
| 80                  | 1                                | 5,5                                             | 8,6   | 10,9  | 10,9  |
|                     | 5                                | 4,8                                             | 7,6   | 9,6   | 9,6   |
|                     | 10                               | 4,0                                             | 6,3   | 8,0   | 8,0   |
|                     | 25                               | 3,2                                             | 5,1   | 6,4   | 6,4   |
| 95                  | 1                                | 3,9                                             | 6,1   | 7,7   | 7,7   |
|                     | 5                                | 2,5                                             | 4,0   | 5,0   | 5,0   |
| холодная вода       |                                  | горячая вода                                    |       |       |       |

коэффициент безопасности 1,5



Величину полученного в результате расчета значение напряжения откладываем на вертикальной оси графика на стр.: 10. Определим точку пересечения показателя расчетного напряжения (горизонтальная линия) с изотермой температуры воды (наклонная линия). Из точки пересечения вертикально вниз опустим перпендикуляр на горизонтальную ось, на которой обозначено время в часах (на меньшей шкале в годах). Значение в точке пересечения перпендикуляра и горизонтальной оси и есть предполагаемый срок эксплуатации трубопровода при условии непрерывной работы системы отопления в течение года. Из отношения продолжительности календарного года (в месяцах) к продолжительности отопительного сезона (в месяцах) выведем коэффициент, на который умножим определенный показатель минимального срока эксплуатации при условии непрерывной работы системы отопления в течение года. Полученное в результате расчета значение является реально предполагаемым сроком эксплуатации труб в системе отопления, при условии соблюдения правил монтажа и эксплуатации.

### 3. Пример определения срока эксплуатации трубопровода в отопительной сети

Исходные данные

| параметр                               | показатель         |
|----------------------------------------|--------------------|
| Используемая труба                     | PN 20 (20 x 3,4мм) |
| Макс.температура воды                  | 80 °C              |
| Макс. эксплуатационное давление        | 0,22 МПа           |
| Продолжительность отопительного сезона | 7 месяцев          |
| Коэффициент безопасности               | 2,5                |

$$\sigma_v = \frac{0,22 \cdot (20 - 3,4)}{2 \cdot 3,4} \cdot 2,5 = 1,34 \text{ МПа}$$

Значение минимального срока эксплуатации при условии непрерывной работы системы отопления (рассчитано по графику на стр. 10 для изотермы, соответствующей заданной по условиям примера температуры воды 80 °C) равно 216 000 часов или 25 лет.

**Предполагаемый срок эксплуатации по отношению к продолжительности отопительного сезона:**

$$25 \text{ лет} \cdot \frac{12 \text{ мес.}}{7 \text{ мес.}} = 43 \text{ года}$$

### 4. Корректировка расчетного срока эксплуатации труб из PPR

Если результат, полученный в результате расчета по определению срока эксплуатации труб в системе отопления, не соответствует требованиям, можно произвести следующее корректировки:

- 1/ *снизить эксплуатационное давление* – и заново произвести расчет системы отопления с новым значением эксплуатационного давления. В результате срок эксплуатации увеличится.

- 2/ *снизить эксплуатационную температуру воды* – и заново произвести расчет системы отопления с новым значением эксплуатационной температуры. В результате срок эксплуатации увеличится.

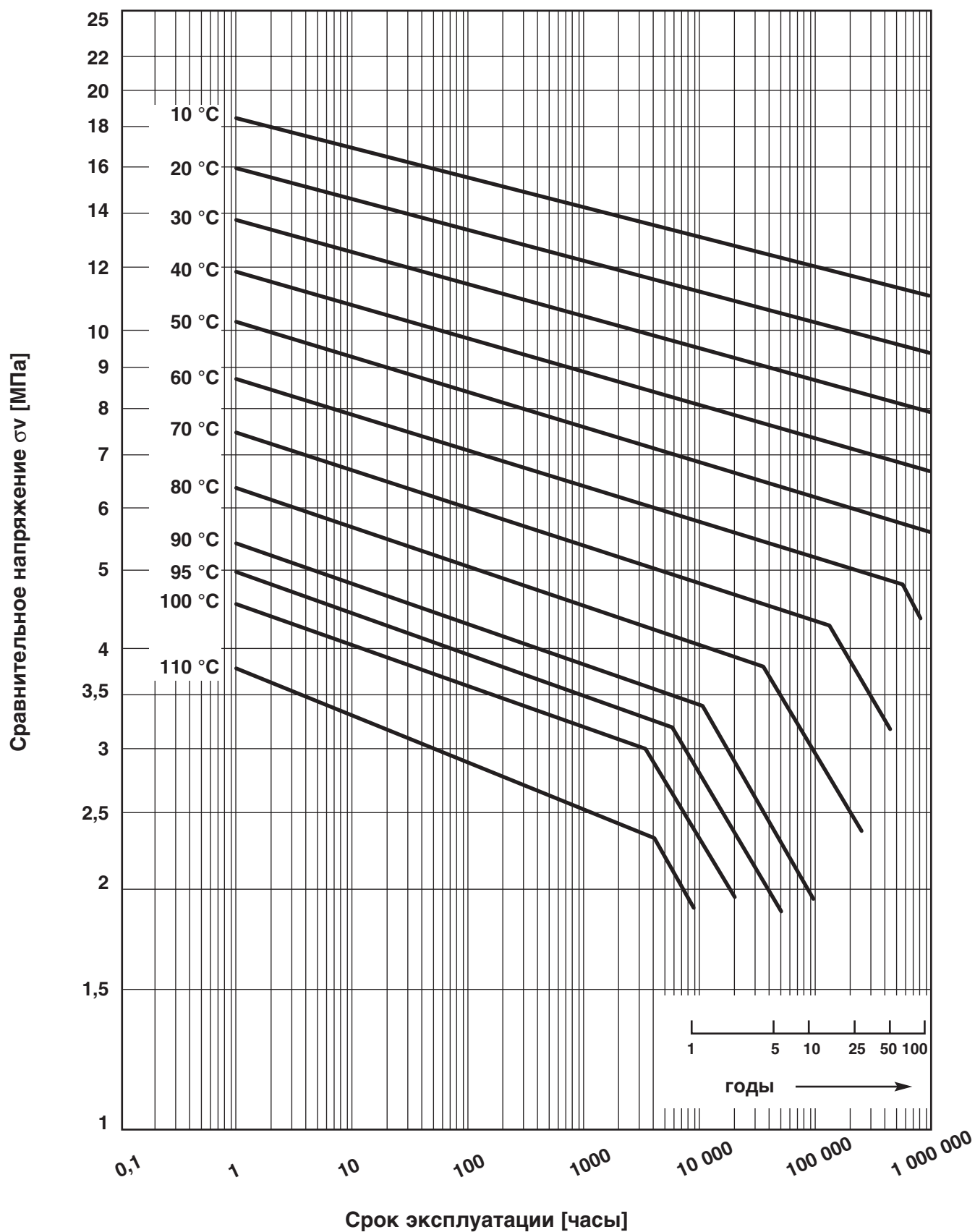
### 5. Специфика напольного отопления

Система напольного отопления (теплый пол) может применяться в жилищном и промышленном строительстве (жилые дома, спортивные залы, религиозно-культовые здания, цеха промышленных предприятий, склады, подогрев подъездных путей, открытых лестниц, автостоянок, взлетнопосадочных полос, рулежных дорожек, мостов, подземных переходов, спортивных площадок, стадионов и пр.).

При устройстве напольного водяного отопления необходимо соблюсти максимально допустимую температуру поверхности пола в помещениях, предназначенных для пребывания людей.

Для того чтобы сделать возможным перенос тепла из воды, находящейся в трубах, в массив пола

# Изотермы прочности PPR



Максимальный срок эксплуатации при низких давлениях отвечает окончанию изотермы

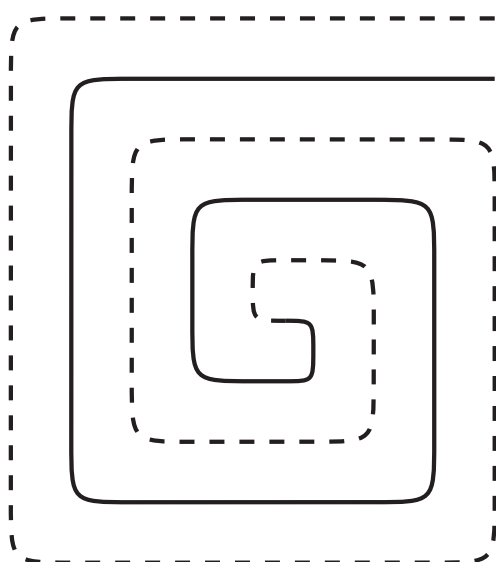
и далее на поверхность пола, при проектировании сети напольного отопления выбирается низкая скорость потока воды в трубах (приблизительно 0,3 м/с).

Давление в трубопроводе определяется на основе эксплуатационных параметров отопительной системы. Температура воды в сети напольного отопления устанавливается на основе расчета в зависимости от типа помещения, конструкции пола и допустимой температуры поверхности пола. Обычно максимальная температура в сети напольного отопления не превышает 45 °С, а давление – 0,3 МПа (3 бар). При этих параметрах, для сети напольного отопления, можно использовать трубы ЕКОPLASTIK PPR PN 10 или PN 16. Для прокладки отопительных контуров сети напольного отопления используются трубы, выпускаемые в мотках. Трубы в мотках наиболее удобны, так как избавляют от необходимости использовать в конструкции пола лишние соединения. Отопительные трубы монтируются в

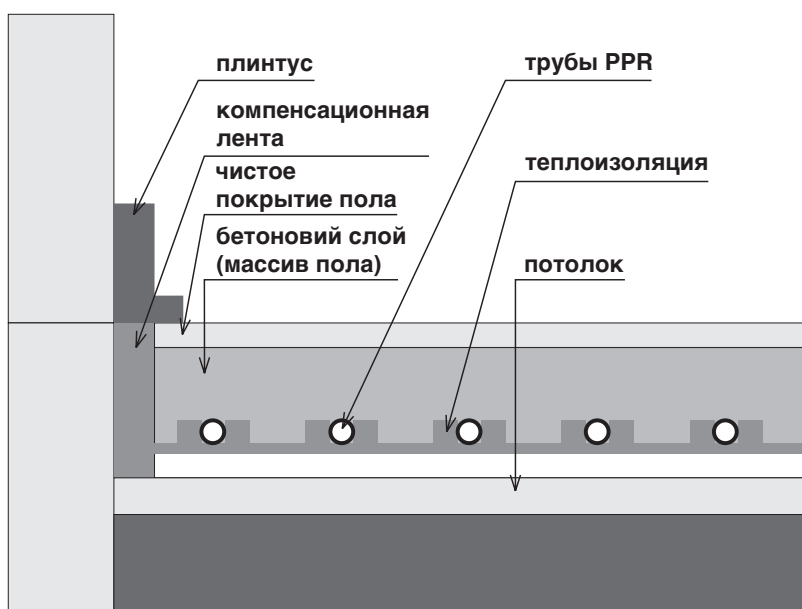
| помещения вокруг бассейна | макс. температура поверхности пола [°С] |
|---------------------------|-----------------------------------------|
| жилое                     | 26                                      |
| ванная                    | 30                                      |
| помещение вокруг бассейна | 32                                      |

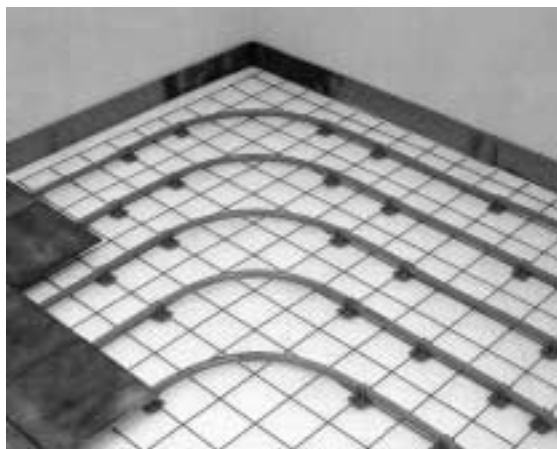
конструкции пола по спирали (улиткой) либо петлями, возможна и комбинированная система (петля + спираль).

Диаметр труб и шаг их укладки определяются расчетом. При проектировании сети напольного отопления необходимо определить способ регулировки теплоотдачи пола и соблюдения допустимой температуры поверхности пола. В местах, где имеется необходимость более высокой теплоотдачи пола (под окнами), отопительные трубы прокладываются чаще. Под мебелью, трубы для отопления желательно не прокладывать. Максимальная длина отопительного змеевика для одного отопительного контура не должна превышать 100 м. В помещениях с несколькими отопительными контурами должны быть предусмотрены компенсационные швы, отделяющие массивы пола контуров друг от друга (включая наружный слой).



Компенсационные швы необходимо заполнить эластичным материалом, который примет на себя тепловое расширение массивов пола. Конструкция теплого пола так же предусматривает устройство компенсационного шва вдоль стен помещения. Каждый отопительный контур начинается в распределительном коллекторе, а оканчивается в приемном коллекторе. Для удобства обслуживания системы напольного отопления коллектора располагают в одном месте, установив их в распределительные шкафы или ниши. Там же необходимо установить устройство для автоматической деаэрации трубопровода. Таким устройством служит автовоздушный клапан, установленный в верхней точке подающего коллектора. Для экономичной эксплуатации системы напольного отопления выбирают напольное покрытие с минимальным тепловым сопротивлением (оптимальным покрытием является керамическая плитка). При устрой-





стве пола необходимо соблюдать точное положение труб в контуре и расчетное межосевое расстояние. Трубы можно крепить на металлическую сетку или специальные профили, уложенные поверх теплоизоляции, и специальные профильные изоляционные маты. При монтаже необходимо руководствоваться теми же правилами, что и при монтаже труб для устройства водопровода. Минимальная температура при монтаже системы напольного отопления 15 °С. При монтаже пола моток трубы аккуратно разматывают, избегая крутильного напряжения, и прикрепляют к основанию пола. Избегайте механических повреждений труб в местах крепления. Особое внимание уделяйте креплению труб к металлическим сеткам.

По окончании укладки трубопровода его необходимо заполнить водой (температура не ниже 25°С). Когда трубопровод примет необходимую форму можно приступать к укладке следующих слоев пола. Для использования всех преимуществ теплого пола необходимо очень тщательно выполнить проект системы отопления, принимая во внимание тот факт, что в большинстве случаев напольное отопление представляет собой лишь комфортную часть общей системе отопления объекта.

### **VIII. Возможности проводки трубопровода EKOPLASTIK**

Возможности прокладки труб водопроводной и отопительной системы похожи (принимая во внимание специфические черты отопительных систем см. главу V, VII). Необходимо обеспечить механическую защиту трубопровода и учесть необходимость труб компенсировать линейное расширение.

Трубы системы отопления рекомендуется прокладывать внутри строительной конструкции (стена, пол, потолок) или закрыть навесным покрытием. Присоединения приборов отопления, которые останутся открытыми, рекомендуется в эстетических целях осуществить металлическими соединениями, напр. хромированной медной трубкой.

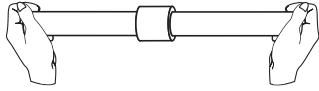
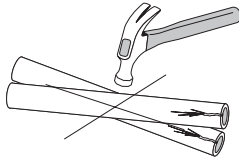
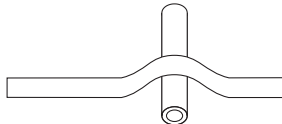
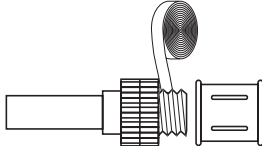
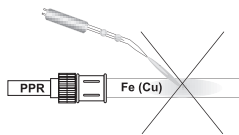
Трубопровод можно прокладывать:

- в штробах
- в инсталляционных перегородках
- в полах, потолках, стенах
- вдоль стен (открыто или под покрытием)
- в инсталляционных шахтах и каналах
- возможность использования труб вне помещений необходимо оценивать в каждом конкретном случае

## **IX. Инструкция по монтажу**

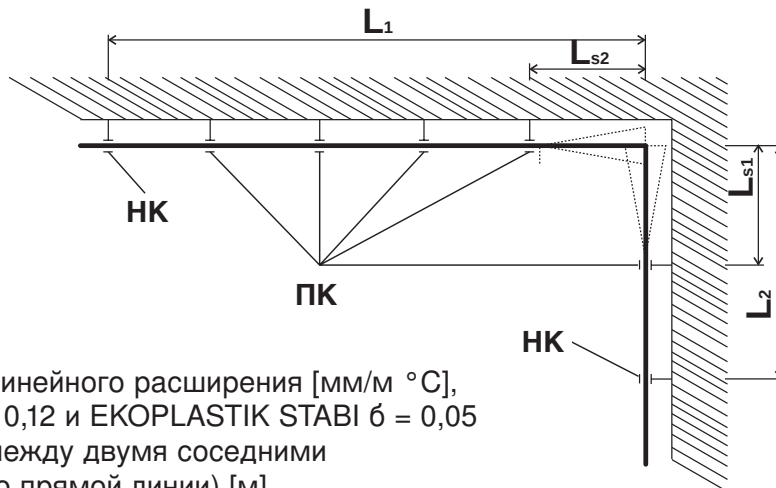
### **1. Общие сведения**

При монтаже можно использовать лишь те детали, которые не были повреждены или загрязнены во время транспортировки или хранения.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Минимальная температура при монтаже полипропиленовых труб +5 °С. При более низких температурах трудно обеспечить условия для качественного соединения.                                                                                                                                                                                                                                  | <br>мин. + 5 °С |
| При транспортировке, хранении и монтаже оберегайте детали полипропиленовых систем от механических повреждений.                                                                                                                                                                                                                                                                          |                 |
| Минимальная температура для сгибания полипропиленовых труб без нагрева +15 °С (монтаж теплого пола). Минимальный радиус изгиба труб диаметром 16-32 мм равен 8-ми диаметрам изгибаемой трубы                                                                                                                                                                                            |                 |
| Детали полипропиленовых систем необходимо беречь от открытого огня.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |
| Пересечение трубопровода производится при помощи специальной детали – перекрещивания.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |               |
| Соединение полипропиленовых деталей производится при помощи полифузной сварки, сварки с использованием электрофитингов и стыковой сварки. При сварке возникает однородный шов высокого качества. При соединении необходимо соблюдать точную процедуру и использовать подходящие инструменты. Детали системы ЕКОPLASTIK PPR не рекомендуется сваривать с деталями других производителей. |               |
| Для резьбовых соединений необходимо использовать имеющиеся фитинги с резьбой. Нарезать резьбу на полипропиленовых деталях запрещается. Для уплотнения резьбовых соединений применяется тефлоновая лента или специальные уплотняющие материалы.                                                                                                                                          |               |
| Находящийся за комбинированным фитингом металлический трубопровод нельзя соединять сваркой или пайкой вблизи фитинга во избежание переноса тепла на фитинг.                                                                                                                                                                                                                             |               |
| Для перекрытия настенных колен и других деталей, предназначенных для присоединения к системе водоразборной арматуры, на время гидравлических испытаний давлением или отделочных работ рекомендуется пользоваться пластиковыми пробками с резьбой.                                                                                                                                       |               |

## 2. Линейное расширение и усадка

Разница температур при монтаже и эксплуатации трубопровода приводит к возникновению линейного расширения или сокращения.



$$\Delta l = \alpha \cdot L \cdot \Delta t \text{ [мм]}$$

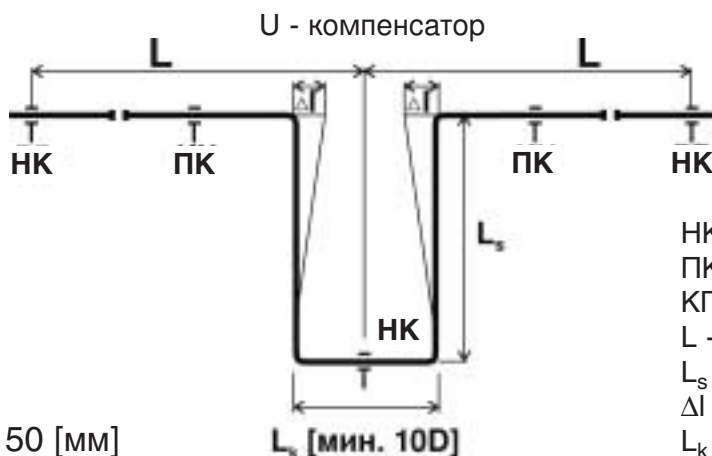
- $\alpha$  коэффициент температурного линейного расширения [мм/м °C],  
для труб ЕКОPLASTIK PPR  $\alpha = 0,12$  и ЕКОPLASTIK STABI  $\alpha = 0,05$
- $L$  расчетная длина (расстояние между двумя соседними неподвижными креплениями по прямой линии) [м]
- $\Delta t$  разница температур при монтаже и эксплуатации [°C]

### Компенсация линейного изменения

$$L_s = k \cdot \sqrt{(D \cdot \Delta l)} \text{ [мм]}$$

- $k$  константа материала, для PPR  $k = 30$
- $D$  наружный диаметр трубопровода [мм]
- $\Delta l$  линейное изменение [мм], вычисленное на основе предыдущего образца

Если линейные изменения трубопровода должным образом не компенсируются, т.е., если нет возможности удлинять или укорачивать трубопровод, в стенках труб концентрируются дополнительные напряжения растяжения или сжатия, сокращающие срок эксплуатации трубопровода. У полипропилена для компенсации линейных изменений используется гибкость материала. Помимо компенсации на изгибе трубопроводной трассы используются изгибающие компенсаторы. Подходящим способом компенсации является тот, при котором трубопровод отклоняется в перпендикулярном направлении от первоначальной трассы, а на этом перпендикуляре оставляется свободная компенсационная длина обозначение которой обеспечит то, что при расширении прямой трассы не возникнут значительные дополнительные напряжения тяги и давления в стенке трубы. Компенсационная длина  $L_s$  зависит от вычисленного продления (укорочения) трассы, материала и диаметра трубопровода.



$$L_k (\text{мин. } 10d)$$

$$L_k = 2 \cdot \Delta l + 150 \text{ [мм]}$$

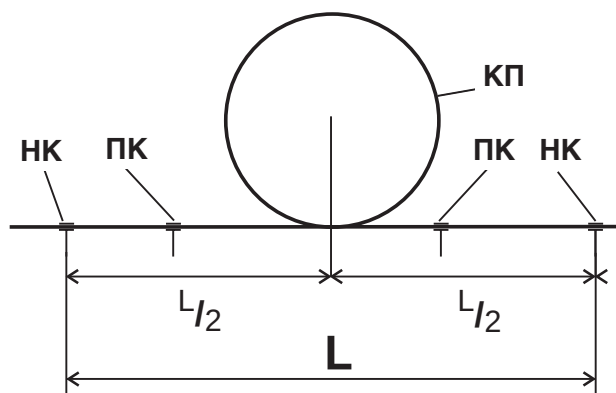
- НК - неподвижное крепление  
ПК - подвижное крепление  
КП - компенсирующая петля  
 $L$  - расчетная длина трубопровода  
 $L_s$  - компенсационная длина  
 $\Delta l$  - линейное изменение  
 $L_k$  - ширина компенсатора



Таблица для установки петельного компенсатора

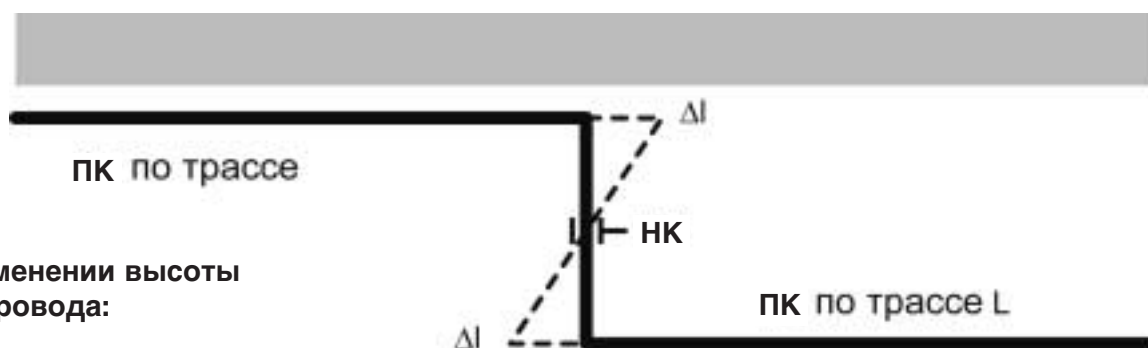
| диаметр<br>трубы [мм] | расстояние между<br>неподвижными<br>опорами L [м] |
|-----------------------|---------------------------------------------------|
| 16                    | 8                                                 |
| 20                    | 9                                                 |
| 25                    | 9                                                 |
| 32                    | 12                                                |
| 40                    | 14                                                |

Тепельный компемсатор

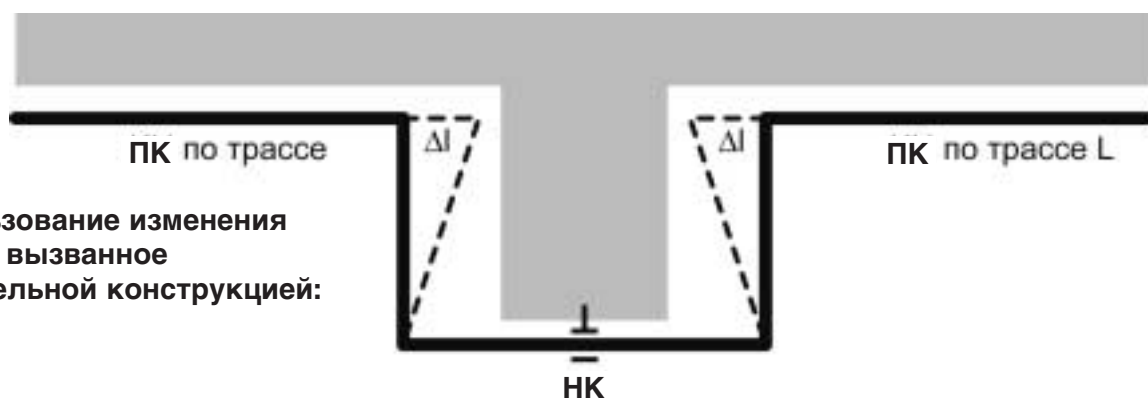


Показатели линейного изменения  $f_l$  и компенсационной длины  $L_s$  можно также вычислить по графику см. стр.: 16 и 17.

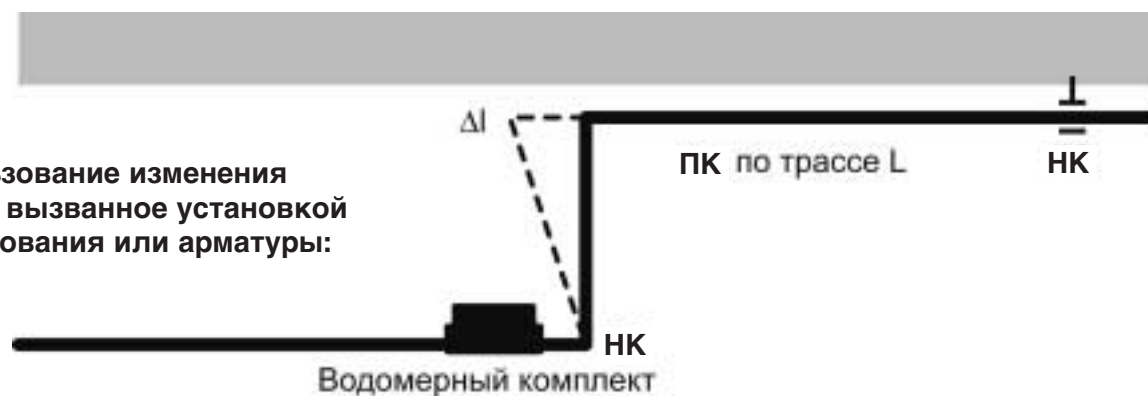
а) При изменении высоты трубопровода:



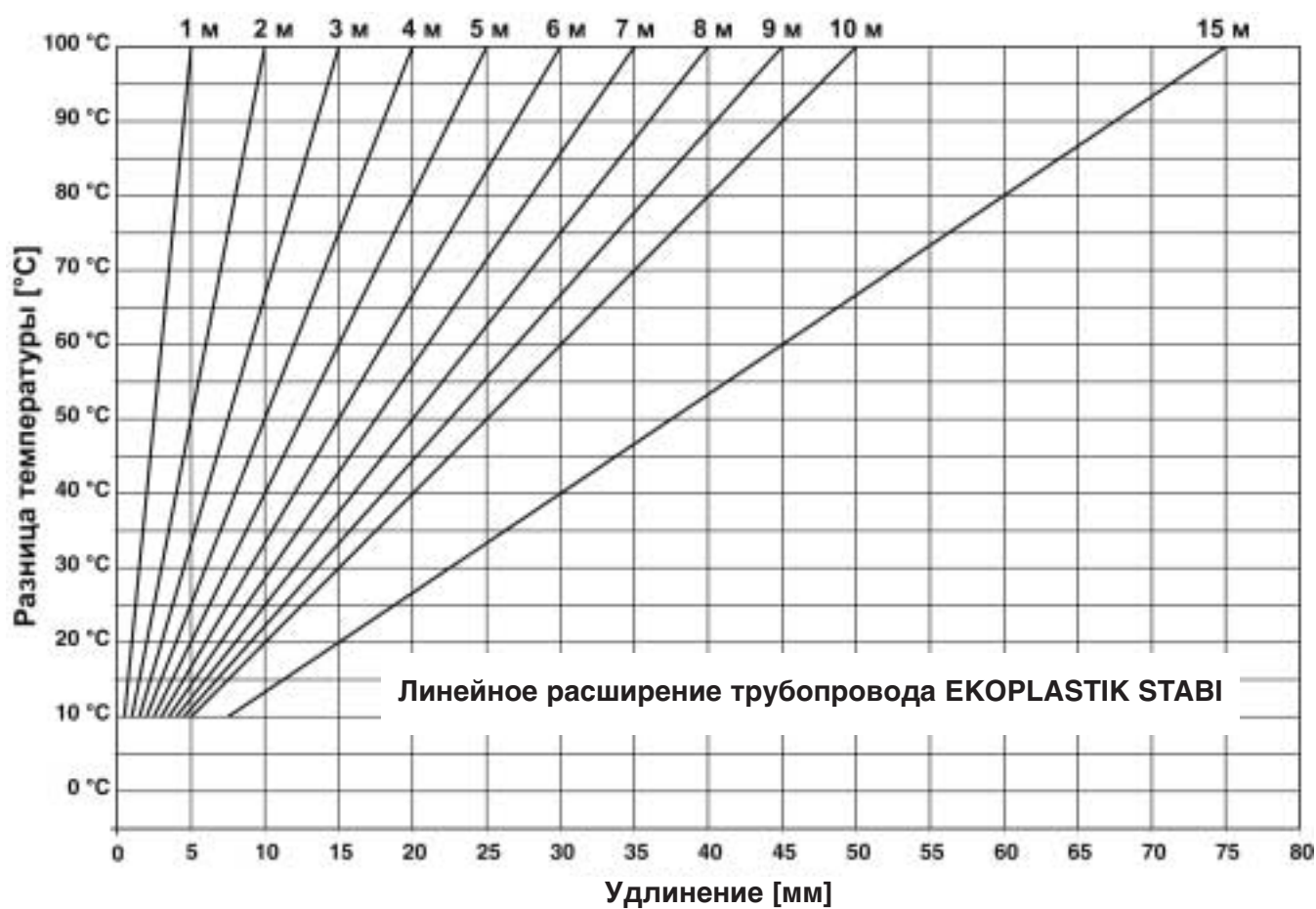
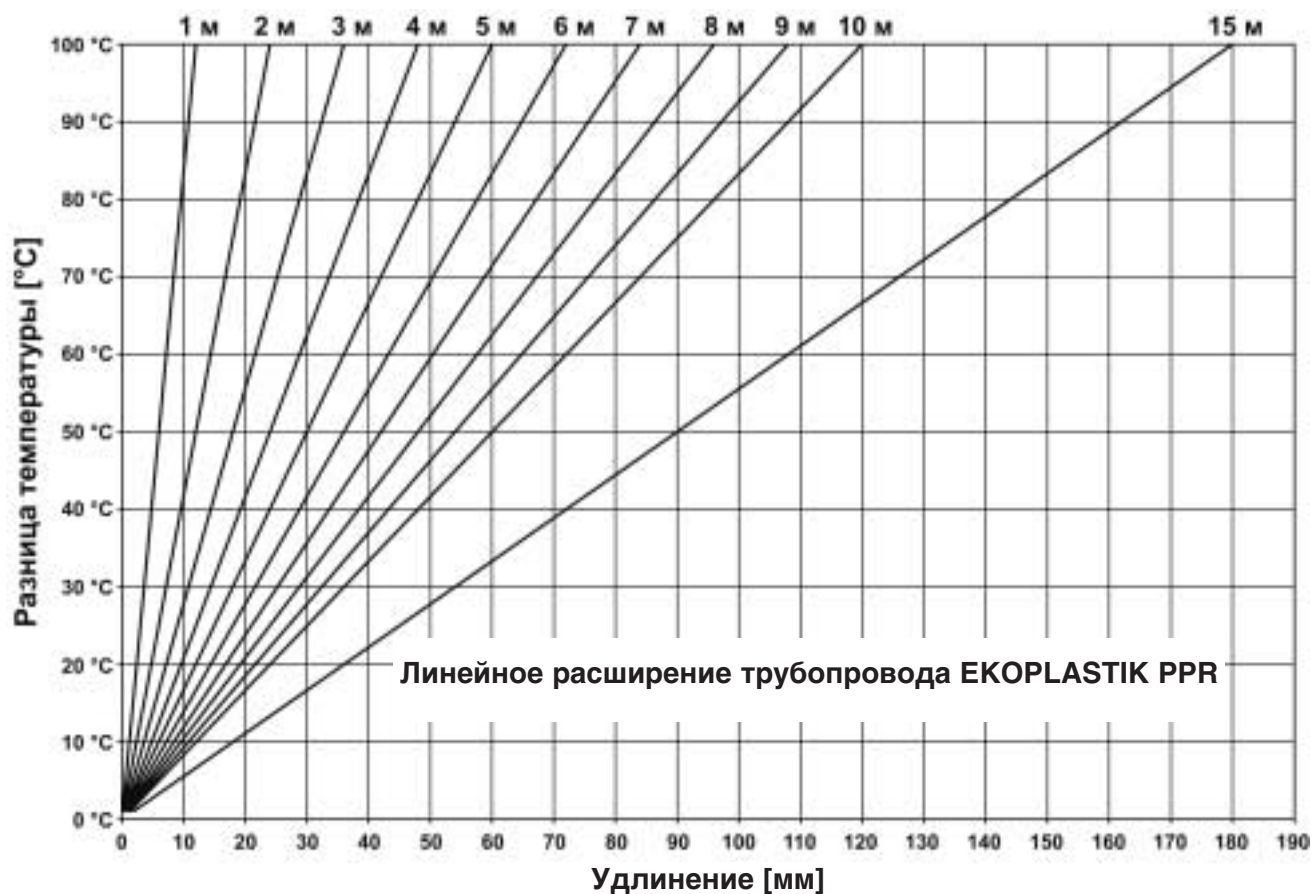
б) Использование изменения трассы вызванное строительной конструкцией:



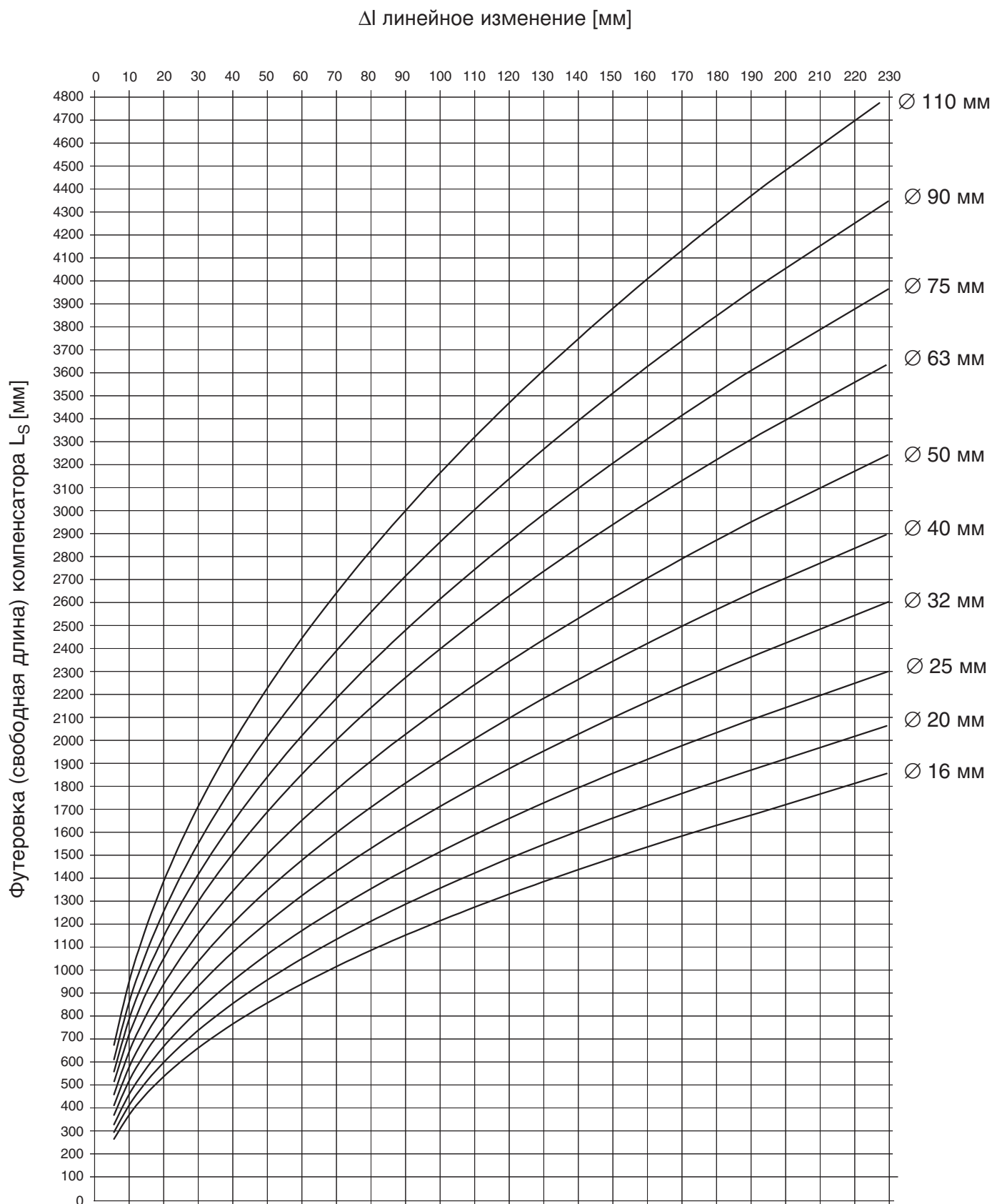
в) Использование изменения трассы вызванное установкой оборудования или арматуры:



# Определение показателя $\Delta l$



Определение компенсационной длины  $L_s$ .



## Примеры для трубопровода EKOPLASTIK PPR

### 1) Задание:

| величина                                                            | обозначение | показатель | единица   |
|---------------------------------------------------------------------|-------------|------------|-----------|
| <b>линейное компенсация</b>                                         | $\Delta l$  | <b>?</b>   | <b>мм</b> |
| коэфф. линейного расширения                                         | $\alpha$    | 0,12       | мм/ м °C  |
| длина трубы                                                         | L           | 10         | м         |
| эксплуатационная темп. в трубе                                      | $t_p$       | 60         | °C        |
| темпер. монтажа                                                     | $t_m$       | 20         | °C        |
| разница темп. при монтажа и эксплуатации ( $\Delta t = t_p - t_m$ ) | t           | 40         | °C        |

**Решение:**  $\Delta l = \alpha \cdot L \cdot \Delta t$  [мм]

$$\Delta l = 0,12 \cdot 10 \cdot 40 = 48 \text{ мм}$$

### 2) Задание:

| величина                               | обозначение | показатель | единица   |
|----------------------------------------|-------------|------------|-----------|
| <b>длина компенсации</b>               | $L_s$       | <b>?</b>   | <b>мм</b> |
| константа материала PPR                | k           | 30         | —         |
| внешний диаметр трубы                  | D           | 40         | мм        |
| линейное изменение предыдущего расчета | $\Delta l$  | 48         | мм        |

**Решение:**  $L_s = k \cdot \sqrt{(D \cdot \Delta l)}$  [мм]

$$L_s = 30 \cdot \sqrt{(40 \cdot 48)} = 1350 \text{ мм}$$

### 3) Задание:

| величина                               | обозначение | показатель | единица   |
|----------------------------------------|-------------|------------|-----------|
| <b>ширина компенсатора</b>             | $L_k$       | <b>?</b>   | <b>мм</b> |
| константа материала PPR                | k           | 30         | —         |
| внешний диаметр трубы                  | D           | 40         | мм        |
| линейное изменение предыдущего расчета | $\Delta l$  | 48         | мм        |

**Решение:**  $L_k = 2 \cdot \Delta l + 150$  [мм]  
 $L_k > 10 D$

$$L_k = 2 \cdot 48 + 150 = 246 \text{ мм}$$

$$246 \text{ мм} < 10 \cdot 40 \Rightarrow L_k = 400 \text{ мм}$$

Для компенсации линейного расширения можно также использовать предварительное напряжение трубопровода, позволяющее сократить компенсационную длину. Направление предварительного напряжения противоположно предполагаемому линейному изменению.

### 4) Задание:

| величина                                                    | обозначение | показатель | единица   |
|-------------------------------------------------------------|-------------|------------|-----------|
| <b>компенсационная длина при предварительном напряжении</b> | $L_{sp}$    | <b>?</b>   | <b>мм</b> |
| константа материала PPR                                     | k           | 30         | —         |
| внешний диаметр трубы                                       | D           | 40         | мм        |
| линейное изменение предыдущего расчета                      | $\Delta l$  | 48         | мм        |

**Решение:**  $L_{sp} = k \cdot \sqrt{(D \cdot \Delta l/2)}$  [мм]

$$L_{sp} = 30 \cdot \sqrt{(40 \cdot 24)} = 930 \text{ мм}$$

Под вычисленной свободной длиной  $L_s$  подразумевается длина без каких-либо опор или подвесов (внутри этой длины), которые бы мешали компенсации. Свободная длина  $L_s$  не должна превышать максимальную удаленность опор в зависимости от диаметра трубопровода и температуры среды (см. главу IX раздел 3).

### 3. Расстояние между опорами трубопровода

**Макс. расстояние между опорами трубопровода  
EKOPLASTIK PPR PN 10 (горизонтальный трубопровод)**

| Ø<br>трубы<br>[мм] | Расстояние [см] при температуре |       |       |       |       |       |
|--------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                    | 20 °C                           | 30 °C | 40 °C | 50 °C | 60 °C | 70 °C |
| 16                 | 75                              | 70    | 70    | 65    | 65    | 55    |
| 20                 | 80                              | 75    | 70    | 70    | 65    | 60    |
| 25                 | 85                              | 85    | 85    | 80    | 75    | 70    |
| 32                 | 100                             | 95    | 95    | 90    | 85    | 75    |
| 40                 | 110                             | 110   | 105   | 100   | 95    | 85    |
| 50                 | 125                             | 120   | 115   | 110   | 105   | 90    |
| 63                 | 140                             | 135   | 130   | 125   | 120   | 105   |
| 75                 | 155                             | 150   | 145   | 135   | 130   | 115   |
| 90                 | 165                             | 165   | 155   | 150   | 145   | 125   |
| 110                | 185                             | 180   | 175   | 165   | 160   | 140   |

**Макс. расстояние между опорами трубопровода  
EKOPLASTIK PPR PN 16 (горизонтальный трубопровод)**

| Ø<br>трубы<br>[мм] | Расстояние [см] при температуре |       |       |       |       |       |
|--------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                    | 20 °C                           | 30 °C | 40 °C | 50 °C | 60 °C | 70 °C |
| 16                 | 80                              | 75    | 75    | 70    | 70    | 60    |
| 20                 | 90                              | 80    | 80    | 80    | 70    | 65    |
| 25                 | 95                              | 95    | 95    | 90    | 80    | 75    |
| 32                 | 110                             | 105   | 105   | 100   | 95    | 80    |
| 40                 | 120                             | 120   | 115   | 100   | 105   | 95    |
| 50                 | 135                             | 130   | 125   | 120   | 115   | 100   |
| 63                 | 155                             | 150   | 145   | 135   | 130   | 115   |
| 75                 | 170                             | 165   | 160   | 150   | 145   | 125   |
| 90                 | 180                             | 180   | 170   | 165   | 160   | 135   |
| 110                | 200                             | 195   | 190   | 180   | 175   | 165   |

**Макс. расстояние между опорами трубопровода  
EKOPLASTIK PPR PN 20 (горизонтальный трубопровод)**

| Ø<br>трубы<br>[мм] | Расстояние [см] при температуре |       |       |       |       |       |
|--------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                    | 20 °C                           | 30 °C | 40 °C | 50 °C | 60 °C | 70 °C |
| 16                 | 90                              | 85    | 85    | 80    | 80    | 65    |
| 20                 | 95                              | 90    | 85    | 85    | 80    | 70    |
| 25                 | 100                             | 100   | 100   | 95    | 90    | 85    |
| 32                 | 120                             | 115   | 115   | 110   | 100   | 90    |
| 40                 | 130                             | 130   | 125   | 120   | 115   | 100   |
| 50                 | 150                             | 180   | 140   | 130   | 125   | 110   |
| 63                 | 170                             | 160   | 155   | 150   | 145   | 125   |
| 75                 | 185                             | 180   | 175   | 160   | 155   | 140   |
| 90                 | 200                             | 200   | 185   | 180   | 175   | 150   |
| 110                | 220                             | 215   | 210   | 195   | 190   | 165   |

Для вертикальных трубопроводов максимальное расстояние между опорами умножается на коэффициент 1,3.

#### Трубопровод EKOPLASTIK STABI

| Ø трубы [мм]               | 16  | 20  | 25  | 32  | 40  | 50  | 63  | 75  | 90  | 110 |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Макс. расстояние опор [см] | 110 | 120 | 140 | 145 | 150 | 155 | 165 | 170 | 190 | 205 |

#### 4. Крепление трубопровода

При монтаже трубопроводной трассы необходимо принимать во внимание свойства полипропилена и в первую очередь линейное температурное расширение, необходимость компенсации, условия эксплуатации (комбинация давления и температуры) и способ соединения.

Крепление труб производится с использованием неподвижных и подвижных креплений (опор), с учетом предполагаемого линейного изменения длины трубопровода.

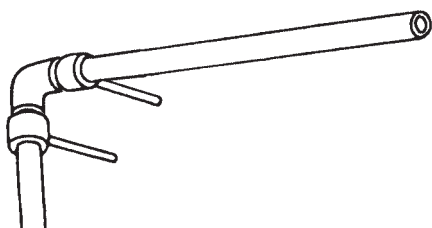
##### Способы крепления трубопровода

Для крепления трубопровода используют два типа опор:

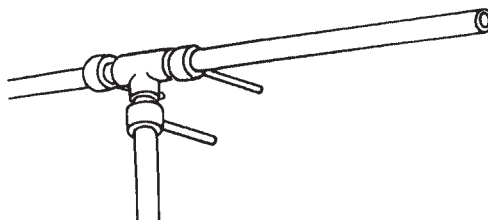
##### Неподвижная опора

При этом способе крепления трубопровод не имеет возможности компенсации, т.е. в месте опоры нет возможности движения (скольжения) по оси трубопровода.

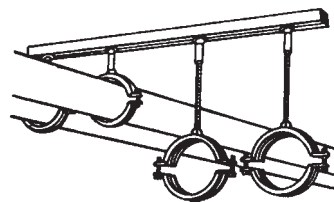
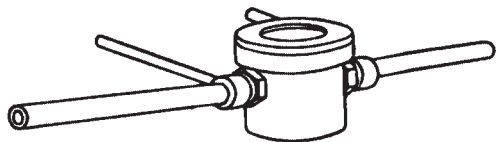
– на изгибе трубопровода



– в месте ответвления

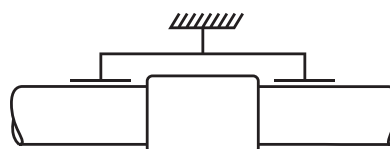
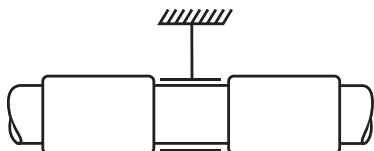


– в месте установки арматуры на трубопроводе – при помощи муфт



– скобой между фитингами

– креплением у фитинга

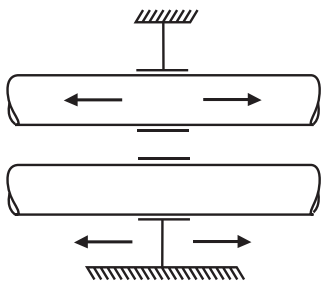


##### Подвижная опора

При этом способе крепления трубопровод не может отклониться от оси трассы, но у него остается возможность компенсационного движения (растяжения, сжатия). Крепление с помощью подвижных опор может осуществляться следующим образом:

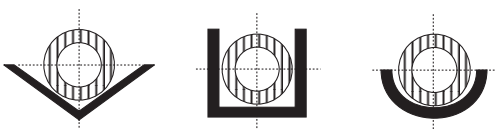
– свободной опорой

– хомутом на подвеске



– укладкой трубопровода в свободный желоб

– укладкой трубопровода в изоляцию





## 5. Прокладка трубопровода

Трубопровод монтируется с минимальным уклоном 0,5 % в направлении к самым низким местам, где имеется возможность его опорожнения при помощи дренажных (сливных) кранов или специальных клапанов с водоотливом (водоотводом).

Трубопровод необходимо разделить на участки, которые можно перекрыть в случае необходимости. Для перекрытия используются проходные вентили или шаровые краны (обычные или под штукатурку). Прежде чем приступить к монтажу вентилей и кранов рекомендуется проверить их работоспособность.

В местах установки водораз-

борной арматуры, разводящий трубопровод можно закончить с помощью настенных угольников или универсального настенного комплекта, который можно отрегулировать на 100 или 150 мм по осям в зависимости от типа смесителя.

При установке водоразборной арматуры необходимо избегать крутильного напряжения настенных колен. Настенные колена желательно крепить на жесткую пластину – держатель стенового комплекта, обеспечивающую неподвижное положение, точно выставленных по осям смесителя колен в момент отделочных работ (для этого в держателях имеются отверстия для монтажа настенных колен, соответствующие шагу водоразборной арматуры).

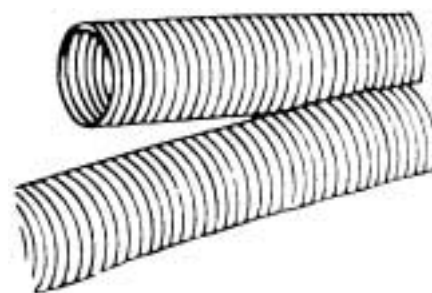
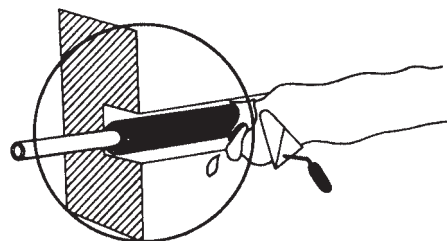
### Монтаж разводящего трубопровода EKOPLASTIK PPR

Разводящий трубопровод монтируется из труб диаметром 16–20 мм. Трубопровод обычно укладывается в канал или штрабу. Желоб для монтажа изолированного трубопровода должен быть свободным и обеспечивать компенсацию расширения трубопровода. Изоляция трубопровода необходима для свободной компенсации и для защиты трубопровода от механических повреждений. Рекомендуется изоляция из вспененного полиэтилена или из пенополиуретана. Перед заделкой трубопровод необходимо основательно укрепить в жёлобе (скобы – пластиковые или металлические зажимы, гипсование и т.д.).

При прокладке трубопровода в монтажных шахтах необходимо обеспечить крепление трубопровода при помощи системы держателей, хомутов и опор. Трубопровод необходимо прокладывать изолировано так, чтобы дать возможность для компенсации.

При прокладке трубопровода в половых или потолочных конструкциях на трубопровод одеваются гибкие защитные трубы (из полиэтилена), обеспечивающие защиту трубопровода, в то же время воздушное пространство между трубопроводом и защитной трубой создает термическую изоляцию.

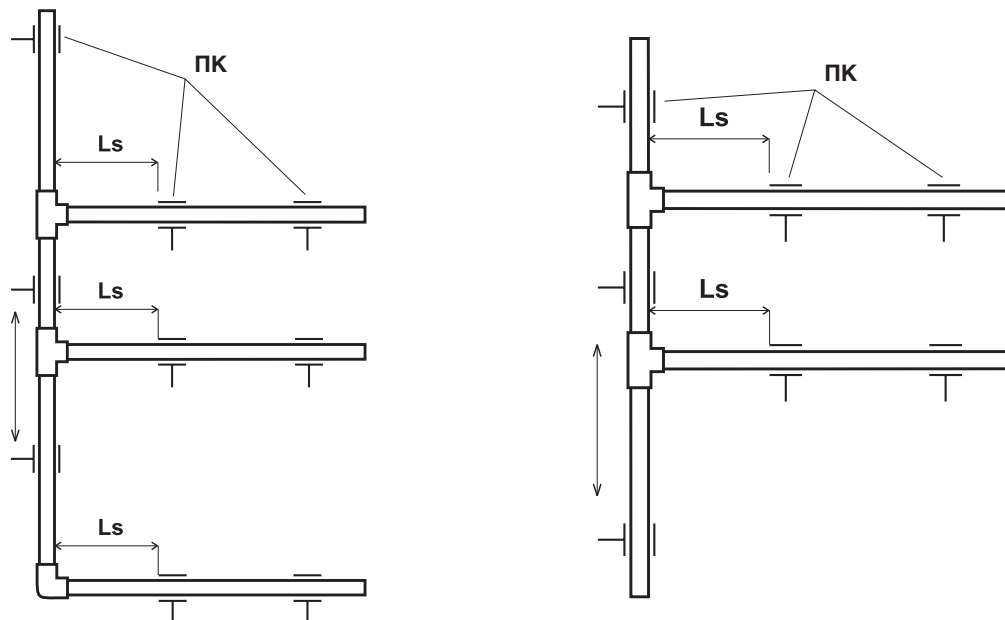
Свободно проложенный пластиковый трубопровод используется в редких случаях для коротких расстояний и в помещениях, к которым предъявляются меньшие требования (прачечные, технические помещения и т.д.). Нужно проявлять особую аккуратность при размещении опор, компенсаторов на отдельных участках трубопровода и качественной изоляции (если трубопровод холодной воды проложить свободно по стене отапливаемого помещения, возникает большая опасность конденсации влаги на стенке трубопровода). Трубопровод можно прокладывать открыто по стене только в тех помещениях, где нет опасности механического повреждения труб во время эксплуатации.



### Монтаж стояков из труб ЕКОPLASTIK PPR

При монтаже стояков необходимо обращать особое внимание на размещение неподвижных опор, а также на создание адекватного способа компенсации. Компенсация стояков обеспечивается:

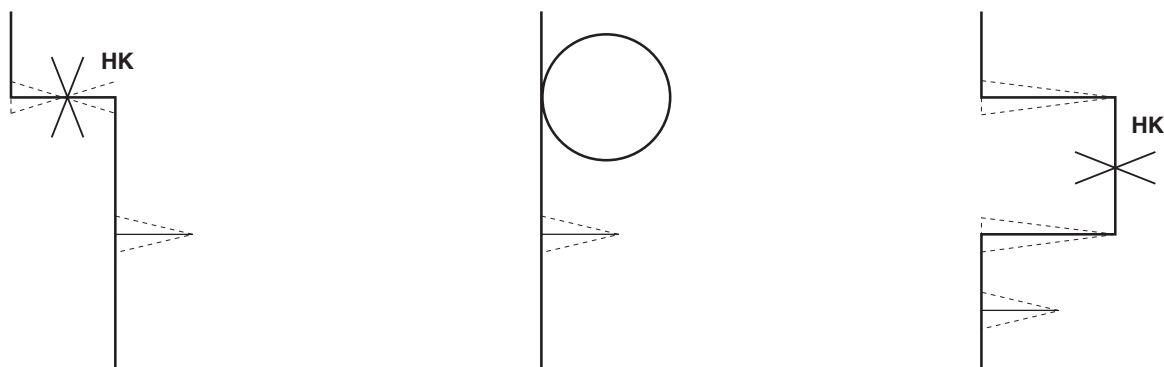
- у основания стояка подвижными опорами
- на вершине стояка подвижными опорами



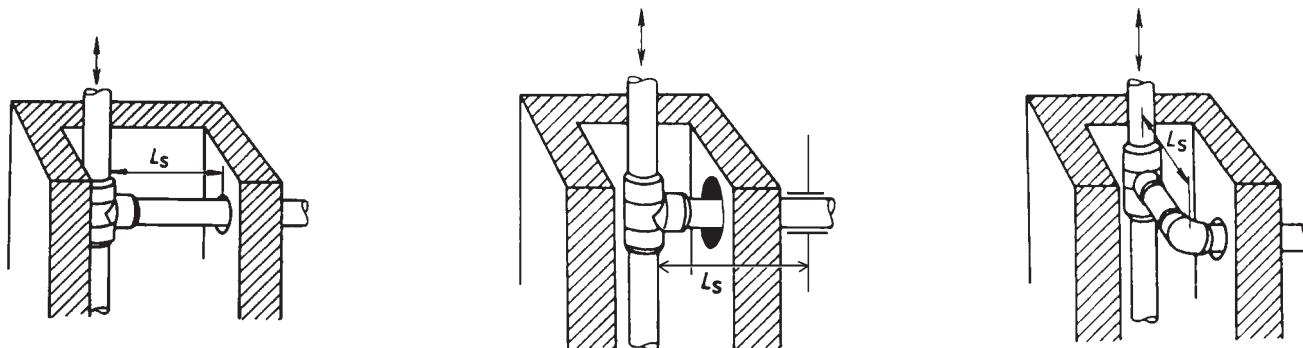
Если возникает необходимость разделить стояк на несколько компенсационных участков, то это делается при помощи установки неподвижных опор. На стояке неподвижная опора устанавливается под и над тройником у ответвления или у муфты в месте соединения труб, что одновременно предотвращает оседание стояка.

Между неподвижными опорами необходимо обеспечить компенсацию трубопровода:

- изменением трассы трубопровода
- петельным компенсатором
- U компенсатором



При ответвлении разводящего трубопровода необходимо учесть компенсацию стояка:

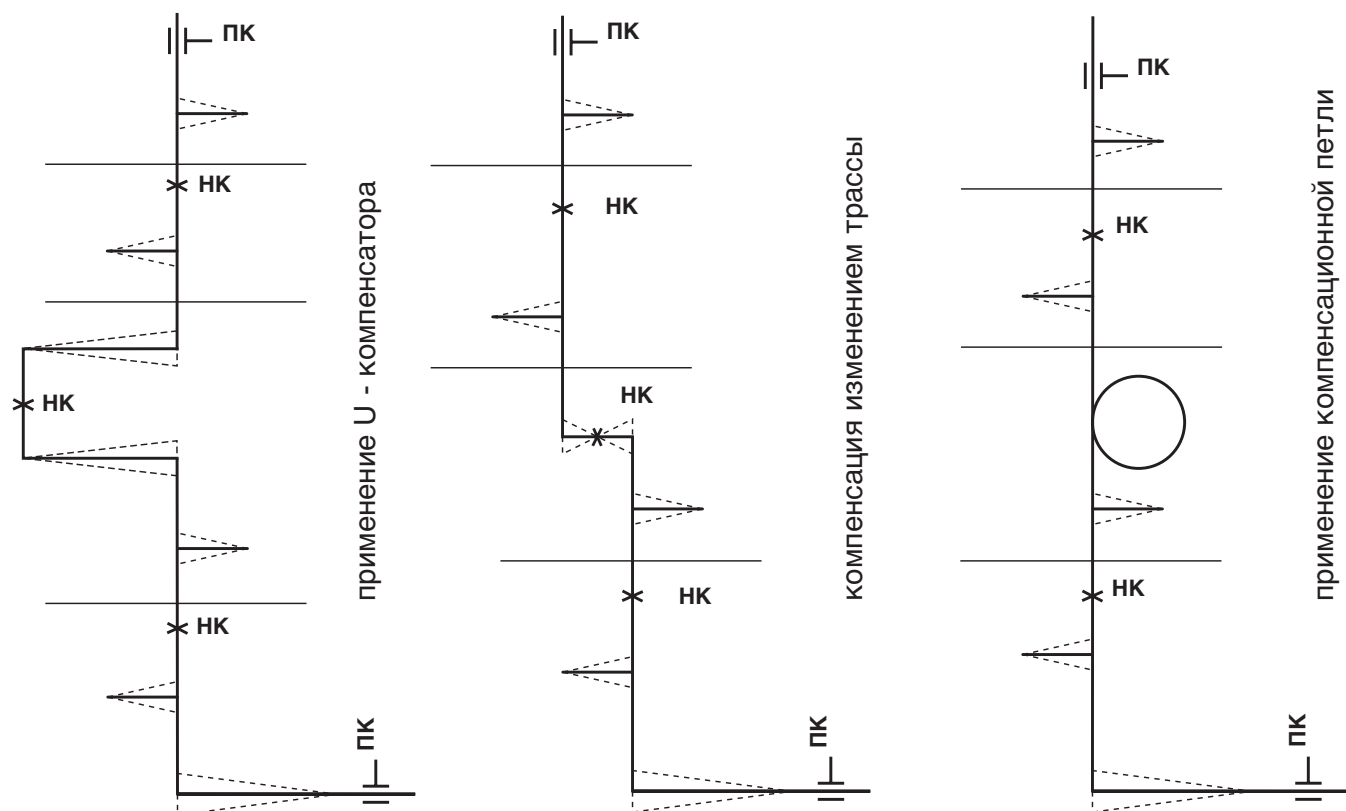


дополнительным расстоянием между стояком и отверстием в стене

возможностью движения разводящего трубопровода в месте отверстия в стене

созданием компенсационной длины для компенсации стояка по перпендикуляру

## Пример размещения опор на стояке.



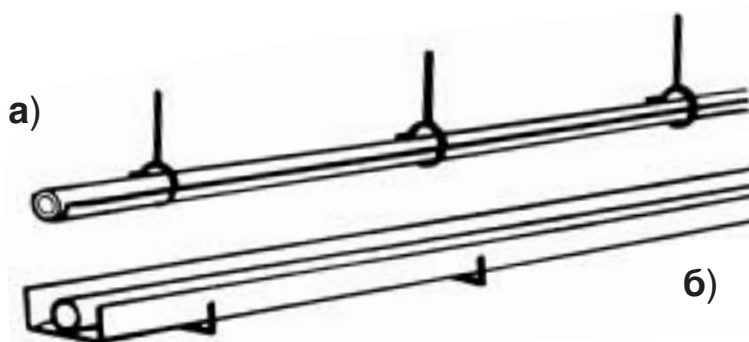
## Монтаж лежака из труб ЕКОPLASTIK PPR

При монтаже лежаков особое внимание необходимо уделять компенсации и способу прокладки трубопровода.

Наиболее распространенным способом прокладки является прокладка в оцинкованных или пластиковых желобах, а так же открытая прокладка.

Компенсация линейного расширения чаще всего производится при помощи изменения трассы трубопровода или использованием U-компенсаторов или компенсационных петель. Компенсация может быть решена с помощью подвесок или горизонтальных консольных опор.

При варианте а) трубопровод изолируется (см. главу IX раздел 7) вместе с желобами, при варианте б) в желоба укладывается уже изолированный трубопровод.



## Монтаж труб ЕКОPLASTIK STABI

Трубы ЕКОPLASTIK STABI благодаря алюминиевому слою имеют значительно меньший коэффициент линейного расширения, большую жесткость и большую механическую сопротивляемость, чем ЕКОPLASTIK PPR. Трубопровод ЕКОPLASTIK STABI можно монтировать описанными выше способами (как цельнопластиковый). Иными словами, используя классический принцип решения компенсаций, при использовании возможности большего расстояния между опорами и значительно меньших компенсационных расстояниях. При укладке в желоб можно использовать так называемый жесткий монтаж. Это означает, что неподвижные опоры крепятся на трубопроводе таким образом, что термическое расширение переводится в материал трубопровода и не проявляется. Необходимым условием такого монтажа являются хомуты, которые смогут удерживать трубопровод и будут достаточно прочно закреплены. Разводящий трубопровод из ЕКОPLASTIK STABI можно использовать при прокладке трубы вдоль строительной конструкции к отдельностоящей водоразборной арматуре. Это достигается большей жесткостью

трубопровода. Его применение также выгодно в половых конструкциях, потому что используется постоянность формы и большая механическая жесткость трубопровода.

## 6. Соединение в систему

Трубопроводную систему ЕКОPLASTIK PPR можно соединять сваркой или механически (резьбой, фланцами).

Соединение трубы с фитингом как у трубопровода ЕКОPLASTIK PPR так и ЕКОPLASTIK STABI производится одинаково (фитинги одни и те же). Перед сваркой необходимо специальным обрезным приспособлением срезать верхний слой PPR и средний алюминиевый слой трубы ЕКОPLASTIK STABI на глубину муфты фитинга.

### Сварка

Возможна полифузная сварка, сварка при помощи электрофитинга или стыковая сварка. Все три способа необходимо производить, четко руководствуясь рабочей инструкцией и используя надежные приборы с контролируемыми параметрами.



### Разрезание труб

Трубы можно разделять (резать, пилить) только острыми, хорошо наточенными инструментами. Рекомендуется использовать специальные ножницы или режущие приборы для пластиковых труб.

### Резьбовые соединения, переходы пластик - металл

Для переходных соединений пластик - металл в трубопроводах для горячей воды и отопления используются исключительно переходы с запрессованной латунной никелированной вставкой с внутренней и наружной резьбой.

**Для затяжки резьбовых соединений с запрессованной вставкой используются затяжные ключи с лентой, если на переходе прямо на металлической части нет приспособления для использования обычного ключа.**



## **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:**

По термо-техническим и физико-механическим причинам запрещается использование переходов с пластиковой резьбой в санитарной технике!

Переходы с пластиковой резьбой можно использовать, например, для сооружения временных распределительных устройств.

Для предохранения настенных угольников и универсальных настенных комплектов до момента монтажа водоразборной арматуры отверстия закрывают пластмассовыми пробками.

### Герметизация соединений

Герметизация резьбовых соединений производится исключительно при помощи тефлоновой ленты, тефлоновой нитки или специальной уплотняющей пасты.

## 7. Изоляция

Трубопровод горячей воды необходимо изолировать во избежание термических потерь, трубопровод холодной воды во избежание нагревания и увлажнения труб.

Изоляция трубопровода холодной воды в целях избежания нагрева выше 20°C важна с точки зрения сохранения гигиенических норм питьевой воды. Точно также удержание температуры горячей воды на максимуме, который устанавливает норма во избежание ошпаривания, является предосторожностью против бактерий. Соблюдение температуры горячей воды и работающей циркуляции также, как и технические решения в месте нагревания воды (напр. термическая стерилизация) являются важной частью системы защиты против бак-терий, напр., типа *Legionella pneumophila* (подробнее смотри стр. 4, глава V, раздел 1)

Толщина и тип (вид) изоляции устанавливается на основании термического сопротивления используемой изоляции, влажности воздуха в помещении установки трубопровода, вызванной разницей между температурой воздуха в помещении и температурой текущей воды.

Трубопровод необходимо изолировать по всей длине трассы, включая фитинги и арматуру. Необходимо соблюдать проектную минимальную толщину изоляции трубопровода вдоль всей длины трассы (это значит, что изоляция, которая надевается на трубопровод в разрезанном виде, после монтажа должна быть вновь соединена в целостную деталь, например, при помощи клея, шпилек или клейкой ленты).



### Минимальная толщина термической изоляции трубопровода холодной воды – пример

| проводка трубопровода                                                                 | толщина изоляции<br>при $\lambda = 0,040$ Вт/мК |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| открытая проводка в неотапливаемых помещениях (напр. подвал)                          | 4 мм                                            |
| открытая проводка в отапливаемых помещениях                                           | 9 мм                                            |
| трубопровод в монтажном канале без параллельной проводки горячего трубопровода        | 4 мм                                            |
| трубопровод в монтажном канале проведенный параллельно с горячим трубопроводом        | 13 мм                                           |
| трубопровод в канавке под штукатуркой проложенный отдельно                            | 4 мм                                            |
| трубопровод в канавке под штукатуркой проложенный параллельно с горячим трубопроводом | 13 мм                                           |
| забетонированный трубопровод                                                          | 4 мм                                            |

Примечание: для вычисления других термических характеристик изоляции необходимо снова рассчитать толщину изоляции. Необходимо учитывать, что при подаче горячей воды пластиковая труба располагает лучшими термическими изоляционными качествами, чем металлическая.

Инсталляция пластикового трубопровода позволяет сильно сократить эксплуатационные расходы! При большом расходе (напр. ванны, ванны, стиральные машины и т.п.) термические потери при подаче воды по пластиковым трубам примерно на 20 % ниже чем потери при подаче воды по металлическим трубам. Изоляция трубопровода позволяет сэкономить еще примерно 15 % тепла. При низком и кратковременном расходе, при котором трубопровод не успевает нагреться до эксплуатационной температуры, термические потери пластикового водопровода примерно на 10 % ниже, чем металлического, при очень большом расходе экономия составляет примерно 20 %. Толщина изоляции в трубопроводе горячей воды обычно колеблется между 9 и 15 мм при термической сопротивляемости  $\lambda = 0,040$  Вт/мК.

## 8. Испытание давлением

Заполнение смонтированной сети водой можно осуществлять минимум через час после выполнения последнего сварочного соединения. По окончании монтажа сети необходимо произвести испытание давлением при следующих условиях:



|                              |                                                                  |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| пробное давление:            | мин. 1,5 МПа (15 бар)                                            |
| начало испытания:            | мин. 1 час после деаэрации и доведения до макс. давления системы |
| продолжительность испытания: | 60 минут                                                         |
| макс. падение давления:      | 0,02 МПа (0,2 бар)                                               |

Готовый к испытанию трубопровод должен быть смонтирован по проекту, чистый и видимый по всей длине трассы. Испытание трубопровода проводится без установки и водомеров и без другой арматуры, за исключением приборов для деаэрации труб. Вмонтированные затворы должны быть открыты. Водоразборная арматура может быть установлена только в том случае, если она способна выдержать испытательное давление. Обычно ее на время испытания давлением заменяют на пробку. Трубопровод наполняется, начиная с самого низкого места, так что открываются все места для деаэрации труб и потом постепенно закрываются, как только из них вытекает вода без воздушных пузырей. Длина испытуемого трубопровода устанавливается с учетом местных условий и не должна превышать 100 м.

Рекомендуем проводить гидравлическое испытание давлением через 24 часа после того, как трубопровод наполнится водой. Давление в наполненном трубопроводе постепенно повышаем и доводим до испытательного показателя. Испытание давлением можно проводить минимум через 1 час после деаэрации и полного заполнения системы. Испытание давлением длится 60 минут, и во время испытания допускается максимальное падение давления 0,02 МПа. Если падение превышает эту цифру, необходимо найти место утечки воды, устранить неполадку и заново провести испытание давлением. Во время испытания давлением необходимо составить протокол, напр., по образцу приложения NoI. (этот протокол является одним из необходимых документов в случае рекламации).

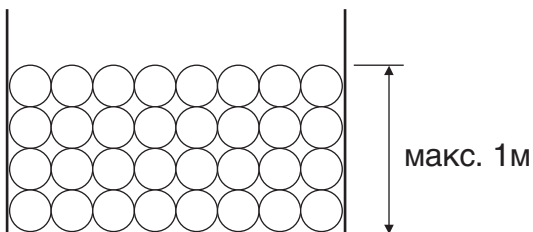
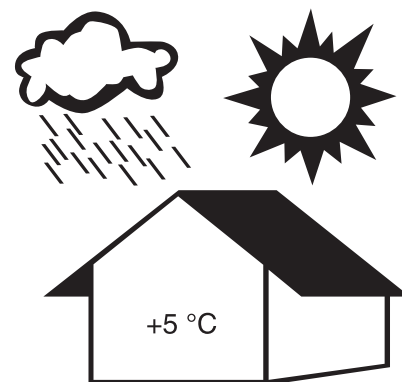
### **X. Складирование и транспортировка материала**

Детали необходимо оберегать от атмосферных осадков, ультрафиолетового излучения и от загрязнения. Минимальная температура хранения деталей +5 °C.

Пластиковые детали необходимо хранить в складских помещениях, расположенных отдельно от помещений, где складироваются растворители, краски, клей и тому подобные материалы.

При хранении материалов необходимо соблюдать минимальное расстояние полипропиленовых деталей от радиаторов в 1 м.

Полипропиленовые трубы хранят лежащими всей плоскостью или на стеллажах, где необходимо избегать прогиба труб. Пластиковые фитинги хранятся в мешках, на поддонах или свободно в коробках, контейнерах, коробах и т.п. Максимальная высота хранения труб в пластиковых рукавах и фасонных труб в пластиковых мешках 1 м. Различные виды труб и фитингов необходимо хранить отдельно друг от друга. Первыми нужно вывозить со склада детали, хранившиеся наиболее долго.



При транспортировке запрещается тянуть изделия по земле и кузову средства перевозки. Запрещается бросать изделия на землю и иные поверхности. При перевозке на строительную площадку необходимо беречь детали от механического повреждения, а в помещении строительного объекта их надо уложить на подставку, беречь от загрязнения, воздействия растворителей, прямого воздействия тепла (контакт

с отопительным прибором и т.п.) и механического повреждения. Детали доставляются с завода в предохранительной упаковке (трубы в полиэтиленовых мешках, фитинги тоже в мешках или картоне), в которой их нужно хранить вплоть до монтажа в целях охраны от загрязнения.

### **XI. Заключительное положение**

Эта инструкция по монтажу была разработана в декабре 2004 года и заменила инструкцию по монтажу, действующую с апреля 2002 года.

г. Костелец на Лабe 08. 12. 2004



## Приложение No I.

Описание установки:

Место:

Объект:

**Протокол испытания**

Длина смонтированного трубопровода:

| диаметр трубы<br>EKOPLASTIK PPR [мм] | длина трубы [м] | диаметр трубы<br>EKOPLASTIK PPR [мм] | длина трубы [м] |
|--------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|
| 16                                   |                 | 16                                   |                 |
| 20                                   |                 | 20                                   |                 |
| 25                                   |                 | 25                                   |                 |
| 32                                   |                 | 32                                   |                 |
| 40                                   |                 | 40                                   |                 |
| 50                                   |                 | 50                                   |                 |
| 63                                   |                 | 63                                   |                 |
| 75                                   |                 | 75                                   |                 |
| 90                                   |                 | 90                                   |                 |
| 110                                  |                 | 110                                  |                 |

Самое высокое место выхода ..... м над манометром

**Испытание давлением:**

Начало испытания: ..... Конец испытания: .....

Продолжительность испытания: .....

Испытательное давление: ..... МПа

Давление через 1 час после начала испытания ..... МПа (начало испытания)

Падение давления во время испытания ..... МПа

Результат испытания: .....

Заказчик: ..... (подтверждает подписью приём монтажа системы без недостатков)

.....

место

.....

дата

.....

печать и подпись

Поставщик: .....

.....

место

.....

дата

.....

печать и подпись

## **XII. Способ полифузной сварки**

### **1. Необходимые инструменты**

- 1/ Электросварочный аппарат для полифузной сварки, снабженный сварочными насадками необходимого размера, включая подвижной электрический провод (переноску).
- 2/ Контактный термометр.
- 3/ Специальные ножницы или резак (нож с режущим роликом), в случае необходимости ножовка по металлу.
- 4/ Острый карманный нож с коротким лезвием.
- 5/ Тряпка из несинтетического материала.
- 6/ Спирт или Тангит.
- 7/ Метр или рулетка, маркер.
- 8/ Для сварки деталей диаметром, превышающим 50 мм, шабер и монтажное средство для сварки.
- 9/ Обрезное приспособление для сварки труб EKOPLASTIK STABI.

### **2. Подготовка инструмента**

Прежде всего плотно прикрепим к сварочному аппарату нагревающие насадки (при помощи винтов – в зависимости от типа сварочного аппарата). При помощи регулятора сварочный аппарат настроим на температуру 250–270 °C и включим в сеть. Период нагревания сварочного аппарата зависит от условий окружающей среды. Во избежание повреждения тефлонового слоя в нагретом состоянии, тряпкой из несинтетического материала очистим нагревающие насадки от загрязнения, оставшегося от предыдущей сварки. Работу со сварочным аппаратом можно начинать после того, как с помощью LED – диода и контактного термометра установим, что она нагрета до необходимой температуры. Контактный термометр служит для проверки температуры насадки (260 °C).

Пару раз отрезав опытный образец трубы проверим функциональность специальных ножниц или режущего ролика. При опытном разрезе необходимо избегать впадины (сдавливания) наружного диаметра трубы. В случае, если это произойдет, инструмент необходимо починить, т.е. наточить.

### **3. Подготовка материала**

Перед началом работы весь материал необходимо основательно просмотреть. У деталей не должна быть каким-либо образом ослаблена стенка, перед монтажом проверим функциональность вентиля и кранов, а металлические резьбы проверим ответной деталью. Сваривающие штуцеры и части труб, которые засовываются в штуцер, вычистим и обезжирим (подходящим средством являются очистные салфетки TANGIT).

Фитинги оденем на оправку и проверим, не сидят ли они слишком свободно. Фитинги, которые шатаются на оправке, отбракуем!!!

### **4. Процесс сварки**

1/ Отмерим иотрежем необходимую длину трубы. При использовании пилы для железа ножом очистим край трубы от заусениц. При соединении трубопровода EKOPLASTIK STABI обрезным устройством устраним верхний пластиковый и средний алюминиевый слой по длине входа в муфту фитинга. С обработанной таким образом трубой EKOPLASTIK STABI работаем так же, как и с цельнопластиковой трубой EKOPLASTIK PPR.

2/ Далее рекомендуется ножом или специальным приспособлением скосить под углом 30–45 ° наружный конец трубы, предназначенный для нагревания. Это в первую очередь касается диаметров больших, чем 40 мм. Это поможет избежать сгребания материала при засовывании конца трубы в фитинг.

3/ При сварке более крупных деталей (выше 40 мм) очень важно проконтролировать овальность и абсолютно необходимо перед сваркой соскоблить окисленный слой (тол. 0,1 мм) на поверхности трубы по длине соединения. Окисленный слой негативно влияет на качество сварки.

4/ Рекомендуем при помощи фломастера или маркера обозначить на трубе длину ее соединения с фитингом, руководствуясь глубиной муфты фитинга. При этом необходимо учитывать, что конец трубы не должен быть надвинут до упора в муфту фитинга. Необходимо оставить щель минимум в 1 мм для предотвращения сужения прохода трубы в месте соединения.

5/ Далее рекомендуется обозначить место соединения на трубе и на фитинге для того, чтобы избежать поворота трубы относительно фитинга после засовывания. Для этой цели можно использовать монтажные отметки на фитингах.

6/ После обозначения свариваемые поверхности необходимо очистить и обезжирить. Без обезжиривания может не произойти идеальное соединение свариваемых поверхностей! Теперь можно приступить к самому процессу нагревания.

7/ В первую очередь на нагретую насадку наденем фитинг, у которого более толстые стенки, чем у трубы, и который дольше разогревается, и проверим не сидит ли он на насадке слишком свободно. Если фитинг не прилегает к насадке одинаково плотно по всей длине, его необходимо отбраковать, так как неравномерное нагревание способствует некачественной сварке. После фитинга на нагретую насадку наденем трубу. Плотность прилегания должна быть такой же как и фитинга.

8/ Обе части нагреваем в течение времени, установленного в таблице No 1 на странице 28. Период нагревания начинается с момента, когда труба и фитинг по всей отмеченной длине надеты на насадку. Если труба и фитинг плохо надеты на насадку, возможен небольшой поворот обеих деталей (макс 10 °) прежде чем они будут надеты по всей необходимой длине. Во время прогревания детали поворачивать запрещается, чтобы избежать сжатия материала.

9/ По окончании нагревания снимем трубу и фитинг с насадки и соединим их медленным, равномерным движением без осевого поворота, насадив трубу на фитинг на всю глубину до отметки. В таблице No. 2 на странице 28 приведены временные показатели, начиная от снятия с насадки и кончая засовыванием трубы в фитинг. В случае превышения указанного временного периода может произойти охлаждение расплавленного слоя, которое ведет к некачественной холодной сварке.

Свежий шов необходимо зафиксировать в течение 20-30 сек., пока не произойдет частичное охлаждение шва, при котором будет уже невозможен обратный выход трубы из фитинга в результате сварочного давления и изменения положения фитинга по отношению к трубе. Наполнение трубопровода водой возможно лишь через 1 час после производства последнего сварочного шва.

### Рекомендации к сварке больших диаметров:

Трубы диаметром менее 40 мм можно сваривать вручную. Более крупные детали, начиная с 50 мм включительно рекомендуется сваривать при помощи монтажного приспособления, в некоторых случаях монтажных приспособлений, в целях обеспечения необходимого давления и соблюдения соосности труб.

## I. Подготовка трубопровода



соскабливание



обработка граней



закрепление в аппарате и центровка, потом нагрев

## II. Сварка

перемещение после нагрева



готовая сварка после охлаждения



таб.: № 1

| Д [мм] | период нагрева [с] | Д [мм] | период нагрева [с] |
|--------|--------------------|--------|--------------------|
| 16     | 5                  | 50     | 18                 |
| 20     | 5                  | 63     | 24                 |
| 25     | 7                  | 75     | 30                 |
| 32     | 8                  | 90     | 40                 |
| 40     | 12                 | 110    | 50                 |

таб.: № 2

| Д [мм]     | макс. время на сварку [с] |
|------------|---------------------------|
| 16, 20, 25 | 4                         |
| 32, 40, 50 | 6                         |
| 63, 75, 90 | 8                         |
| 110        | 10                        |

Д = наружный диаметр трубы [мм]

### **XIII. Способ сварки электрофитингом**

#### **1. Необходимые инструменты**

- 1/ Специальный электросварочный аппарат для сварки полипропиленовых труб электрофитингом.
- 2/ Специальные ножницы или резак.
- 3/ Тряпка из несинтетического материала.
- 4/ Спирт или Тангит.
- 5/ Метр или рулетка, маркер.
- 6/ Монтажное приспособление для закрепления положения трубы и фитинга.
- 7/ Для сварки деталей больших, чем 50 мм, скребок.
- 8/ Для сварки трубопровода ЭКОПЛАСТИК STABI обрезное устройство.

#### **2. Подготовка инструмента**

Сварочный аппарат установим на рабочее место и разматываем подводящий кабель. Проверим функциональность режущих инструментов (см. полифузная сварка).

#### **3. Процесс сварки**

Трубы разрезаются при помощи ножниц или режущего ролика. Просмотрим трубы и фитинги и подготовим сварочный аппарат.

Подготовим трубы необходимой длины, скребком или специальным средством устраним окисленный слой и обезжирим (спиртом или Тангитом) наружную поверхность трубы и внутреннюю поверхность электрофитинга.

Отметим глубину всовывания трубы в электрофитинг. При работе с трубопроводом ЭКОПЛАСТИК STABI при помощи обрезного устройства устраним верхний пластиковый и средний алюминиевый слой по длине всовывания в муфту электрофитинга. Трубу вставим в электрофитинг. Необходимо прочно закрепить положение трубы в электрофитинге, так как при нагреве из-за увеличения объема пластика происходит выталкивание трубы из фитинга.

Электросварочный аппарат подключим к сети (220 V) и подождем пока аппарат не нагреется до рабочей температуры. Контактными проводами соединим электрофитинг со сварочным аппаратом. Для начала сварки нужно нажать на кнопку «старт», отключение происходит автоматически.

О правильном ходе сварки судим по выталкиванию материала с наружной поверхности фитинга в контрольных точках.

Трубопровод можно наполнять водой минимум через 1 час после проведения последнего шва.



**Охлаждение места спая является важным моментом перед последующими нагрузками. Также необходимо предохранить место спая от механических нагрузок (вращение и сжатие или давление в трубе).**

## ***Таблицы потерь давления***

| PN 10    | температура воды = 10° C |          |            |          |            |          |            |          |            |          |            |          |            |          |            |          |            |          |
|----------|--------------------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
| k=0,01   | 20x2,3 мм                |          | 25x2,5 мм  |          | 32x3,0 мм  |          | 40x3,7 мм  |          | 50x4,6 мм  |          | 63x5,8 мм  |          | 75x6,9 мм  |          | 90x8,2 мм  |          | 110x10 мм  |          |
| Q<br>1/с | R<br>кПа/м               | v<br>м/с | R<br>кПа/м | v<br>м/с | R<br>кПа/м | v<br>м/с | R<br>кПа/м | v<br>м/с | R<br>кПа/м | v<br>м/с | R<br>кПа/м | v<br>м/с | R<br>кПа/м | v<br>м/с | R<br>кПа/м | v<br>м/с | R<br>кПа/м | v<br>м/с |
| 0,01     | 0,006                    | 0,1      |            |          |            |          |            |          |            |          |            |          |            |          |            |          |            |          |
| 0,02     | 0,020                    | 0,1      | 0,006      | 0,1      |            |          |            |          |            |          |            |          |            |          |            |          |            |          |
| 0,03     | 0,041                    | 0,2      | 0,012      | 0,1      | 0,003      | 0,1      |            |          |            |          |            |          |            |          |            |          |            |          |
| 0,04     | 0,067                    | 0,2      | 0,019      | 0,1      | 0,006      | 0,1      |            |          |            |          |            |          |            |          |            |          |            |          |
| 0,05     | 0,099                    | 0,3      | 0,029      | 0,2      | 0,008      | 0,1      | 0,003      | 0,1      |            |          |            |          |            |          |            |          |            |          |
| 0,06     | 0,137                    | 0,3      | 0,039      | 0,2      | 0,011      | 0,1      | 0,004      | 0,1      |            |          |            |          |            |          |            |          |            |          |
| 0,07     | 0,180                    | 0,4      | 0,052      | 0,2      | 0,015      | 0,1      | 0,005      | 0,1      | 0,002      | 0,1      |            |          |            |          |            |          |            |          |
| 0,08     | 0,227                    | 0,4      | 0,065      | 0,3      | 0,019      | 0,2      | 0,006      | 0,1      | 0,002      | 0,1      |            |          |            |          |            |          |            |          |
| 0,09     | 0,280                    | 0,5      | 0,080      | 0,3      | 0,023      | 0,2      | 0,008      | 0,1      | 0,003      | 0,1      |            |          |            |          |            |          |            |          |
| 0,10     | 0,337                    | 0,5      | 0,097      | 0,3      | 0,028      | 0,2      | 0,009      | 0,1      | 0,003      | 0,1      |            |          |            |          |            |          |            |          |
| 0,12     | 0,465                    | 0,6      | 0,133      | 0,4      | 0,038      | 0,2      | 0,013      | 0,1      | 0,004      | 0,1      | 0,001      | 0,1      |            |          |            |          |            |          |
| 0,14     | 0,611                    | 0,8      | 0,175      | 0,4      | 0,050      | 0,3      | 0,017      | 0,2      | 0,006      | 0,1      | 0,002      | 0,1      |            |          |            |          |            |          |
| 0,16     | 0,774                    | 0,9      | 0,222      | 0,5      | 0,063      | 0,3      | 0,022      | 0,2      | 0,007      | 0,1      | 0,002      | 0,1      | 0,001      | 0,1      |            |          |            |          |
| 0,18     | 0,954                    | 1,0      | 0,273      | 0,6      | 0,078      | 0,3      | 0,027      | 0,2      | 0,009      | 0,1      | 0,003      | 0,1      | 0,001      | 0,1      |            |          |            |          |
| 0,20     | 1,150                    | 1,1      | 0,329      | 0,6      | 0,094      | 0,4      | 0,032      | 0,2      | 0,011      | 0,2      | 0,004      | 0,1      | 0,002      | 0,1      |            |          |            |          |
| 0,30     | 2,370                    | 1,6      | 0,674      | 1,0      | 0,192      | 0,6      | 0,065      | 0,4      | 0,022      | 0,2      | 0,007      | 0,1      | 0,003      | 0,1      | 0,001      | 0,1      |            |          |
| 0,40     | 3,971                    | 2,1      | 1,124      | 1,3      | 0,319      | 0,8      | 0,108      | 0,5      | 0,037      | 0,3      | 0,012      | 0,2      | 0,005      | 0,1      | 0,002      | 0,1      | 0,001      | 0,1      |
| 0,50     | 5,939                    | 2,7      | 1,675      | 1,6      | 0,474      | 0,9      | 0,160      | 0,6      | 0,055      | 0,4      | 0,018      | 0,2      | 0,008      | 0,2      | 0,003      | 0,1      | 0,001      | 0,1      |
| 0,60     | 8,266                    | 3,2      | 2,322      | 1,9      | 0,655      | 1,1      | 0,221      | 0,7      | 0,076      | 0,5      | 0,025      | 0,3      | 0,011      | 0,2      | 0,005      | 0,1      | 0,002      | 0,1      |
| 0,70     |                          |          | 3,064      | 2,2      | 0,863      | 1,3      | 0,291      | 0,8      | 0,099      | 0,5      | 0,033      | 0,3      | 0,014      | 0,2      | 0,006      | 0,2      | 0,002      | 0,1      |
| 0,80     |                          |          | 3,900      | 2,5      | 1,095      | 1,5      | 0,369      | 1,0      | 0,126      | 0,6      | 0,042      | 0,4      | 0,018      | 0,3      | 0,008      | 0,2      | 0,003      | 0,1      |
| 0,90     |                          |          | 4,826      | 2,9      | 1,352      | 1,7      | 0,455      | 1,1      | 0,155      | 0,7      | 0,051      | 0,4      | 0,022      | 0,3      | 0,009      | 0,2      | 0,004      | 0,1      |
| 1,00     |                          |          | 5,844      | 3,2      | 1,634      | 1,9      | 0,549      | 1,2      | 0,187      | 0,8      | 0,062      | 0,5      | 0,027      | 0,3      | 0,011      | 0,2      | 0,004      | 0,2      |
| 1,20     |                          |          |            |          | 2,269      | 2,3      | 0,760      | 1,4      | 0,258      | 0,9      | 0,085      | 0,6      | 0,037      | 0,4      | 0,015      | 0,3      | 0,006      | 0,2      |
| 1,40     |                          |          |            |          | 2,998      | 2,6      | 1,001      | 1,7      | 0,340      | 1,1      | 0,112      | 0,7      | 0,049      | 0,5      | 0,020      | 0,3      | 0,008      | 0,2      |
| 1,60     |                          |          |            |          | 3,819      | 3,0      | 1,273      | 1,9      | 0,431      | 1,2      | 0,142      | 0,8      | 0,062      | 0,5      | 0,026      | 0,4      | 0,010      | 0,3      |
| 1,80     |                          |          |            |          | 4,732      | 3,4      | 1,574      | 2,2      | 0,532      | 1,4      | 0,175      | 0,9      | 0,076      | 0,6      | 0,031      | 0,4      | 0,012      | 0,3      |
| 2,00     |                          |          |            |          |            |          | 1,903      | 2,4      | 0,642      | 1,5      | 0,211      | 1,0      | 0,092      | 0,7      | 0,038      | 0,5      | 0,014      | 0,3      |
| 2,20     |                          |          |            |          |            |          | 2,262      | 2,6      | 0,762      | 1,7      | 0,250      | 1,1      | 0,108      | 0,7      | 0,045      | 0,5      | 0,017      | 0,3      |
| 2,40     |                          |          |            |          |            |          | 2,649      | 2,9      | 0,891      | 1,8      | 0,292      | 1,2      | 0,126      | 0,8      | 0,052      | 0,6      | 0,020      | 0,4      |
| 2,60     |                          |          |            |          |            |          | 3,064      | 3,1      | 1,029      | 2,0      | 0,337      | 1,3      | 0,146      | 0,9      | 0,060      | 0,6      | 0,023      | 0,4      |
| 2,80     |                          |          |            |          |            |          | 3,507      | 3,4      | 1,176      | 2,1      | 0,385      | 1,3      | 0,166      | 1,0      | 0,069      | 0,7      | 0,026      | 0,4      |
| 3,00     |                          |          |            |          |            |          |            |          | 1,332      | 2,3      | 0,436      | 1,4      | 0,188      | 1,0      | 0,078      | 0,7      | 0,030      | 0,5      |
| 3,20     |                          |          |            |          |            |          |            |          | 1,497      | 2,4      | 0,489      | 1,5      | 0,211      | 1,1      | 0,087      | 0,8      | 0,033      | 0,5      |
| 3,40     |                          |          |            |          |            |          |            |          | 1,671      | 2,6      | 0,545      | 1,6      | 0,235      | 1,2      | 0,097      | 0,8      | 0,037      | 0,5      |
| 3,60     |                          |          |            |          |            |          |            |          | 1,854      | 2,8      | 0,604      | 1,7      | 0,260      | 1,2      | 0,107      | 0,8      | 0,041      | 0,6      |
| 3,80     |                          |          |            |          |            |          |            |          | 2,045      | 2,9      | 0,666      | 1,8      | 0,287      | 1,3      | 0,118      | 0,9      | 0,045      | 0,6      |
| 4,00     |                          |          |            |          |            |          |            |          | 2,246      | 3,1      | 0,731      | 1,9      | 0,314      | 1,4      | 0,129      | 0,9      | 0,049      | 0,6      |
| 4,20     |                          |          |            |          |            |          |            |          | 2,454      | 3,2      | 0,798      | 2,0      | 0,343      | 1,4      | 0,141      | 1,0      | 0,054      | 0,7      |
| 4,40     |                          |          |            |          |            |          |            |          | 2,672      | 3,4      | 0,868      | 2,1      | 0,373      | 1,5      | 0,153      | 1,0      | 0,058      | 0,7      |
| 4,60     |                          |          |            |          |            |          |            |          | 2,898      | 3,5      | 0,940      | 2,2      | 0,404      | 1,6      | 0,166      | 1,1      | 0,063      | 0,7      |
| 4,80     |                          |          |            |          |            |          |            |          |            |          | 1,016      | 2,3      | 0,436      | 1,6      | 0,179      | 1,1      | 0,068      | 0,8      |
| 5,00     |                          |          |            |          |            |          |            |          |            |          | 1,093      | 2,4      | 0,469      | 1,7      | 0,193      | 1,2      | 0,073      | 0,8      |



| PN 10  | температура воды = 50° C |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |
|--------|--------------------------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|
| k=0,01 | 20x2,3 мм                |     | 25x2,5 мм |     | 32x3,0 мм |     | 40x3,7 мм |     | 50x4,6 мм |     | 63x5,8 мм |     | 75x6,9 мм |     | 90x8,2 мм |     | 110x10 мм |     |
| Q      | R                        | v   | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R         | v   |
| 1/с    | кПа/м                    | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с |
| 0,01   | 0,005                    | 0,1 |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |
| 0,02   | 0,016                    | 0,1 | 0,005     | 0,1 |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |
| 0,03   | 0,033                    | 0,2 | 0,009     | 0,1 | 0,003     | 0,1 |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |
| 0,04   | 0,055                    | 0,2 | 0,016     | 0,1 | 0,004     | 0,1 |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |
| 0,05   | 0,081                    | 0,3 | 0,023     | 0,2 | 0,007     | 0,1 | 0,002     | 0,1 |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |
| 0,06   | 0,112                    | 0,3 | 0,032     | 0,2 | 0,009     | 0,1 | 0,003     | 0,1 |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |
| 0,07   | 0,147                    | 0,4 | 0,042     | 0,2 | 0,012     | 0,1 | 0,004     | 0,1 | 0,001     | 0,1 |           |     |           |     |           |     |           |     |
| 0,08   | 0,186                    | 0,4 | 0,053     | 0,3 | 0,015     | 0,2 | 0,005     | 0,1 | 0,002     | 0,1 |           |     |           |     |           |     |           |     |
| 0,09   | 0,229                    | 0,5 | 0,065     | 0,3 | 0,019     | 0,2 | 0,006     | 0,1 | 0,002     | 0,1 |           |     |           |     |           |     |           |     |
| 0,10   | 0,277                    | 0,5 | 0,079     | 0,3 | 0,023     | 0,2 | 0,008     | 0,1 | 0,003     | 0,1 |           |     |           |     |           |     |           |     |
| 0,12   | 0,383                    | 0,6 | 0,109     | 0,4 | 0,031     | 0,2 | 0,011     | 0,1 | 0,004     | 0,1 | 0,001     | 0,1 |           |     |           |     |           |     |
| 0,14   | 0,505                    | 0,8 | 0,143     | 0,4 | 0,041     | 0,3 | 0,014     | 0,2 | 0,005     | 0,1 | 0,002     | 0,1 |           |     |           |     |           |     |
| 0,16   | 0,642                    | 0,9 | 0,182     | 0,5 | 0,052     | 0,3 | 0,018     | 0,2 | 0,006     | 0,1 | 0,002     | 0,1 | 0,001     | 0,1 |           |     |           |     |
| 0,18   | 0,793                    | 1,0 | 0,224     | 0,6 | 0,064     | 0,3 | 0,022     | 0,2 | 0,007     | 0,1 | 0,002     | 0,1 | 0,001     | 0,1 |           |     |           |     |
| 0,20   | 0,959                    | 1,1 | 0,271     | 0,6 | 0,077     | 0,4 | 0,026     | 0,2 | 0,009     | 0,2 | 0,003     | 0,1 | 0,001     | 0,1 |           |     |           |     |
| 0,30   | 2,003                    | 1,6 | 0,561     | 1,0 | 0,158     | 0,6 | 0,053     | 0,4 | 0,018     | 0,2 | 0,006     | 0,1 | 0,003     | 0,1 | 0,001     | 0,1 |           |     |
| 0,40   | 3,396                    | 2,1 | 0,943     | 1,3 | 0,264     | 0,8 | 0,089     | 0,5 | 0,030     | 0,3 | 0,010     | 0,2 | 0,004     | 0,1 | 0,002     | 0,1 | 0,001     | 0,1 |
| 0,50   | 5,132                    | 2,7 | 1,417     | 1,6 | 0,394     | 0,9 | 0,132     | 0,6 | 0,045     | 0,4 | 0,015     | 0,2 | 0,006     | 0,2 | 0,003     | 0,1 | 0,001     | 0,1 |
| 0,60   | 7,206                    | 3,2 | 1,978     | 1,9 | 0,548     | 1,1 | 0,183     | 0,7 | 0,062     | 0,5 | 0,021     | 0,3 | 0,009     | 0,2 | 0,004     | 0,1 | 0,001     | 0,1 |
| 0,70   |                          |     | 2,628     | 2,2 | 0,726     | 1,3 | 0,242     | 0,8 | 0,082     | 0,5 | 0,027     | 0,3 | 0,012     | 0,2 | 0,005     | 0,2 | 0,002     | 0,1 |
| 0,80   |                          |     | 3,365     | 2,5 | 0,926     | 1,5 | 0,307     | 1,0 | 0,104     | 0,6 | 0,034     | 0,4 | 0,015     | 0,3 | 0,006     | 0,2 | 0,002     | 0,1 |
| 0,90   |                          |     | 4,188     | 2,9 | 1,148     | 1,7 | 0,380     | 1,1 | 0,128     | 0,7 | 0,042     | 0,4 | 0,018     | 0,3 | 0,008     | 0,2 | 0,003     | 0,1 |
| 1,00   |                          |     | 5,097     | 3,2 | 1,393     | 1,9 | 0,460     | 1,2 | 0,155     | 0,8 | 0,051     | 0,5 | 0,022     | 0,3 | 0,009     | 0,2 | 0,003     | 0,2 |
| 1,20   |                          |     |           |     | 1,950     | 2,3 | 0,642     | 1,4 | 0,215     | 0,9 | 0,070     | 0,6 | 0,030     | 0,4 | 0,013     | 0,3 | 0,005     | 0,2 |
| 1,40   |                          |     |           |     | 2,594     | 2,6 | 0,851     | 1,7 | 0,284     | 1,1 | 0,093     | 0,7 | 0,040     | 0,5 | 0,017     | 0,3 | 0,006     | 0,2 |
| 1,60   |                          |     |           |     | 3,327     | 3,0 | 1,087     | 1,9 | 0,362     | 1,2 | 0,118     | 0,8 | 0,051     | 0,5 | 0,021     | 0,4 | 0,008     | 0,3 |
| 1,80   |                          |     |           |     | 4,147     | 3,4 | 1,351     | 2,2 | 0,449     | 1,4 | 0,146     | 0,9 | 0,063     | 0,6 | 0,026     | 0,4 | 0,010     | 0,3 |
| 2,00   |                          |     |           |     |           |     | 1,642     | 2,4 | 0,545     | 1,5 | 0,177     | 1,0 | 0,076     | 0,7 | 0,031     | 0,5 | 0,012     | 0,3 |
| 2,20   |                          |     |           |     |           |     | 1,961     | 2,6 | 0,649     | 1,7 | 0,210     | 1,1 | 0,090     | 0,7 | 0,037     | 0,5 | 0,014     | 0,3 |
| 2,40   |                          |     |           |     |           |     | 2,306     | 2,9 | 0,761     | 1,8 | 0,246     | 1,2 | 0,105     | 0,8 | 0,043     | 0,6 | 0,016     | 0,4 |
| 2,60   |                          |     |           |     |           |     | 2,677     | 3,1 | 0,882     | 2,0 | 0,284     | 1,3 | 0,122     | 0,9 | 0,050     | 0,6 | 0,019     | 0,4 |
| 2,80   |                          |     |           |     |           |     | 3,076     | 3,4 | 1,011     | 2,1 | 0,325     | 1,3 | 0,139     | 1,0 | 0,057     | 0,7 | 0,022     | 0,4 |
| 3,00   |                          |     |           |     |           |     |           |     | 1,149     | 2,3 | 0,369     | 1,4 | 0,158     | 1,0 | 0,064     | 0,7 | 0,024     | 0,5 |
| 3,20   |                          |     |           |     |           |     |           |     | 1,296     | 2,4 | 0,416     | 1,5 | 0,177     | 1,1 | 0,072     | 0,8 | 0,027     | 0,5 |
| 3,40   |                          |     |           |     |           |     |           |     | 1,450     | 2,6 | 0,464     | 1,6 | 0,198     | 1,2 | 0,081     | 0,8 | 0,031     | 0,5 |
| 3,60   |                          |     |           |     |           |     |           |     | 1,613     | 2,8 | 0,516     | 1,7 | 0,220     | 1,2 | 0,089     | 0,8 | 0,034     | 0,6 |
| 3,80   |                          |     |           |     |           |     |           |     | 1,785     | 2,9 | 0,570     | 1,8 | 0,242     | 1,3 | 0,099     | 0,9 | 0,037     | 0,6 |
| 4,00   |                          |     |           |     |           |     |           |     | 1,964     | 3,1 | 0,626     | 1,9 | 0,266     | 1,4 | 0,108     | 0,9 | 0,041     | 0,6 |
| 4,20   |                          |     |           |     |           |     |           |     | 2,152     | 3,2 | 0,686     | 2,0 | 0,291     | 1,4 | 0,118     | 1,0 | 0,045     | 0,7 |
| 4,40   |                          |     |           |     |           |     |           |     | 2,349     | 3,4 | 0,747     | 2,1 | 0,317     | 1,5 | 0,129     | 1,0 | 0,048     | 0,7 |
| 4,60   |                          |     |           |     |           |     |           |     | 2,553     | 3,5 | 0,811     | 2,2 | 0,344     | 1,6 | 0,139     | 1,1 | 0,053     | 0,7 |
| 4,80   |                          |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 0,878     | 2,3 | 0,372     | 1,6 | 0,151     | 1,1 | 0,057     | 0,8 |
| 5,00   |                          |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 0,947     | 2,4 | 0,401     | 1,7 | 0,162     | 1,2 | 0,061     | 0,8 |

| PN 16  | температура воды = 10° C |     |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |  |
|--------|--------------------------|-----|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|--|
| k=0,01 | 16x2,3 мм                |     |       | 20x2,8 мм |       | 25x3,5 мм |       | 32x4,5 мм |       | 40x5,6 мм |       | 50x6,9 мм |       | 63x8,7 мм |       | 75x6,9 мм |       | 90x8,2 мм |       | 110x10 мм |  |
| Q      | R                        | v   | R     | v         | R     | v         | R     | v         | R     | v         | R     | v         | R     | v         | R     | v         | R     | v         | R     | v         |  |
| 1/c    | кПа/м                    | м/с | кПа/м | м/с       | кПа/м | м/с       | кПа/м | м/с       | кПа/м | м/с       | кПа/м | м/с       | кПа/м | м/с       | кПа/м | м/с       | кПа/м | м/с       | кПа/м | м/с       |  |
| 0,01   | 0,025                    | 0,1 | 0,008 | 0,1       |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |  |
| 0,02   | 0,083                    | 0,2 | 0,027 | 0,1       | 0,009 | 0,1       |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |  |
| 0,03   | 0,170                    | 0,3 | 0,056 | 0,2       | 0,019 | 0,1       | 0,006 | 0,1       |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |  |
| 0,04   | 0,282                    | 0,4 | 0,093 | 0,2       | 0,032 | 0,2       | 0,010 | 0,1       | 0,003 | 0,1       |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |  |
| 0,05   | 0,418                    | 0,5 | 0,137 | 0,3       | 0,047 | 0,2       | 0,015 | 0,1       | 0,005 | 0,1       |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           |  |
| 0,06   | 0,576                    | 0,6 | 0,189 | 0,4       | 0,065 | 0,2       | 0,020 | 0,1       | 0,007 | 0,1       | 0,002 | 0,1       |       |           |       |           |       |           |       |           |  |
| 0,07   | 0,756                    | 0,7 | 0,248 | 0,4       | 0,085 | 0,3       | 0,027 | 0,2       | 0,009 | 0,1       | 0,003 | 0,1       |       |           |       |           |       |           |       |           |  |
| 0,08   | 0,958                    | 0,8 | 0,313 | 0,5       | 0,108 | 0,3       | 0,034 | 0,2       | 0,012 | 0,1       | 0,004 | 0,1       |       |           |       |           |       |           |       |           |  |
| 0,09   | 1,180                    | 0,9 | 0,386 | 0,6       | 0,133 | 0,4       | 0,041 | 0,2       | 0,014 | 0,1       | 0,005 | 0,1       | 0,002 | 0,1       |       |           |       |           |       |           |  |
| 0,10   | 1,422                    | 1,0 | 0,465 | 0,6       | 0,160 | 0,4       | 0,050 | 0,2       | 0,017 | 0,2       | 0,006 | 0,1       | 0,002 | 0,1       |       |           |       |           |       |           |  |
| 0,12   | 1,967                    | 1,2 | 0,641 | 0,7       | 0,221 | 0,5       | 0,069 | 0,3       | 0,023 | 0,2       | 0,008 | 0,1       | 0,003 | 0,1       | 0,001 | 0,1       |       |           |       |           |  |
| 0,14   | 2,588                    | 1,4 | 0,843 | 0,9       | 0,290 | 0,6       | 0,090 | 0,3       | 0,031 | 0,2       | 0,010 | 0,1       | 0,003 | 0,1       | 0,002 | 0,1       |       |           |       |           |  |
| 0,16   | 3,285                    | 1,6 | 1,068 | 1,0       | 0,367 | 0,6       | 0,114 | 0,4       | 0,039 | 0,2       | 0,013 | 0,2       | 0,004 | 0,1       | 0,002 | 0,1       |       |           |       |           |  |
| 0,18   | 4,056                    | 1,8 | 1,316 | 1,1       | 0,452 | 0,7       | 0,140 | 0,4       | 0,048 | 0,3       | 0,016 | 0,2       | 0,005 | 0,1       | 0,002 | 0,1       | 0,001 | 0,1       |       |           |  |
| 0,20   | 4,900                    | 2,0 | 1,588 | 1,2       | 0,544 | 0,8       | 0,168 | 0,5       | 0,058 | 0,3       | 0,019 | 0,2       | 0,006 | 0,1       | 0,003 | 0,1       | 0,001 | 0,1       |       |           |  |
| 0,30   | 10,182                   | 2,9 | 3,277 | 1,8       | 1,118 | 1,2       | 0,345 | 0,7       | 0,118 | 0,5       | 0,040 | 0,3       | 0,013 | 0,2       | 0,006 | 0,1       | 0,002 | 0,1       | 0,001 | 0,1       |  |
| 0,40   |                          |     | 5,499 | 2,5       | 1,868 | 1,6       | 0,574 | 1,0       | 0,196 | 0,6       | 0,066 | 0,4       | 0,022 | 0,2       | 0,010 | 0,2       | 0,004 | 0,1       | 0,002 | 0,1       |  |
| 0,50   |                          |     | 8,236 | 3,1       | 2,786 | 2,0       | 0,854 | 1,2       | 0,290 | 0,8       | 0,097 | 0,5       | 0,032 | 0,3       | 0,014 | 0,2       | 0,006 | 0,2       | 0,002 | 0,1       |  |
| 0,60   |                          |     |       |           | 3,869 | 2,4       | 1,183 | 1,4       | 0,401 | 0,9       | 0,134 | 0,6       | 0,045 | 0,4       | 0,020 | 0,3       | 0,008 | 0,2       | 0,003 | 0,1       |  |
| 0,70   |                          |     |       |           | 5,112 | 2,8       | 1,558 | 1,7       | 0,528 | 1,1       | 0,176 | 0,7       | 0,058 | 0,4       | 0,026 | 0,3       | 0,011 | 0,2       | 0,004 | 0,1       |  |
| 0,80   |                          |     |       |           | 6,513 | 3,1       | 1,980 | 1,9       | 0,669 | 1,2       | 0,223 | 0,8       | 0,074 | 0,5       | 0,032 | 0,3       | 0,014 | 0,2       | 0,005 | 0,2       |  |
| 0,90   |                          |     |       |           | 8,071 | 3,5       | 2,448 | 2,2       | 0,826 | 1,4       | 0,275 | 0,9       | 0,091 | 0,6       | 0,040 | 0,4       | 0,017 | 0,3       | 0,006 | 0,2       |  |
| 1,00   |                          |     |       |           |       |           | 2,960 | 2,4       | 0,997 | 1,5       | 0,332 | 1,0       | 0,110 | 0,6       | 0,048 | 0,4       | 0,020 | 0,3       | 0,008 | 0,2       |  |
| 1,20   |                          |     |       |           |       |           | 4,117 | 2,9       | 1,382 | 1,8       | 0,459 | 1,2       | 0,152 | 0,7       | 0,066 | 0,5       | 0,028 | 0,4       | 0,011 | 0,2       |  |
| 1,40   |                          |     |       |           |       |           | 5,449 | 3,4       | 1,824 | 2,1       | 0,604 | 1,4       | 0,199 | 0,9       | 0,087 | 0,6       | 0,037 | 0,4       | 0,014 | 0,3       |  |
| 1,60   |                          |     |       |           |       |           |       |           | 2,322 | 2,5       | 0,767 | 1,6       | 0,253 | 1,0       | 0,110 | 0,7       | 0,046 | 0,5       | 0,018 | 0,3       |  |
| 1,80   |                          |     |       |           |       |           |       |           | 2,874 | 2,8       | 0,948 | 1,7       | 0,311 | 1,1       | 0,136 | 0,8       | 0,057 | 0,5       | 0,022 | 0,4       |  |
| 2,00   |                          |     |       |           |       |           |       |           | 3,480 | 3,1       | 1,145 | 1,9       | 0,376 | 1,2       | 0,164 | 0,9       | 0,069 | 0,6       | 0,026 | 0,4       |  |
| 2,20   |                          |     |       |           |       |           |       |           | 4,139 | 3,4       | 1,360 | 2,1       | 0,446 | 1,3       | 0,194 | 1,0       | 0,081 | 0,7       | 0,031 | 0,4       |  |
| 2,40   |                          |     |       |           |       |           |       |           |       |           | 1,591 | 2,3       | 0,521 | 1,5       | 0,227 | 1,0       | 0,095 | 0,7       | 0,036 | 0,5       |  |
| 2,60   |                          |     |       |           |       |           |       |           |       |           | 1,839 | 2,5       | 0,601 | 1,6       | 0,261 | 1,1       | 0,109 | 0,8       | 0,041 | 0,5       |  |
| 2,80   |                          |     |       |           |       |           |       |           |       |           | 2,104 | 2,7       | 0,686 | 1,7       | 0,298 | 1,2       | 0,125 | 0,8       | 0,047 | 0,6       |  |
| 3,00   |                          |     |       |           |       |           |       |           |       |           | 2,385 | 2,9       | 0,777 | 1,8       | 0,337 | 1,3       | 0,141 | 0,9       | 0,053 | 0,6       |  |
| 3,20   |                          |     |       |           |       |           |       |           |       |           | 2,682 | 3,1       | 0,873 | 2,0       | 0,379 | 1,4       | 0,158 | 1,0       | 0,060 | 0,6       |  |
| 3,40   |                          |     |       |           |       |           |       |           |       |           | 2,995 | 3,3       | 0,974 | 2,1       | 0,422 | 1,5       | 0,176 | 1,0       | 0,067 | 0,7       |  |
| 3,60   |                          |     |       |           |       |           |       |           |       |           | 3,324 | 3,5       | 1,080 | 2,2       | 0,468 | 1,6       | 0,195 | 1,1       | 0,074 | 0,7       |  |
| 3,80   |                          |     |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           | 1,190 | 2,3       | 0,515 | 1,6       | 0,215 | 1,1       | 0,081 | 0,8       |  |
| 4,00   |                          |     |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           | 1,306 | 2,4       | 0,565 | 1,7       | 0,235 | 1,2       | 0,089 | 0,8       |  |
| 4,20   |                          |     |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           | 1,427 | 2,6       | 0,617 | 1,8       | 0,257 | 1,3       | 0,097 | 0,8       |  |
| 4,40   |                          |     |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           | 1,553 | 2,7       | 0,671 | 1,9       | 0,279 | 1,3       | 0,105 | 0,9       |  |
| 4,60   |                          |     |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           | 1,683 | 2,8       | 0,727 | 2,0       | 0,302 | 1,4       | 0,114 | 0,9       |  |
| 4,80   |                          |     |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           | 1,819 | 2,9       | 0,785 | 2,1       | 0,326 | 1,4       | 0,123 | 1,0       |  |
| 5,00   |                          |     |       |           |       |           |       |           |       |           |       |           | 1,959 | 3,1       | 0,845 | 2,2       | 0,361 | 1,5       | 0,132 | 1,0       |  |

| PN 16 температура воды = 50° C |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |            |     |            |     |             |     |
|--------------------------------|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|------------|-----|------------|-----|-------------|-----|
| k=0,01                         | 16x2,3 мм |     | 20x2,8 мм |     | 25x3,5 мм |     | 32x4,5 мм |     | 40x5,6 мм |     | 50x6,9 мм |     | 63x8,7 мм |     | 75x10,4 мм |     | 90x12,5 мм |     | 110x15,2 мм |     |
| Q                              | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R          | v   | R          | v   | R           | v   |
| 1/c                            | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м      | м/с | кПа/м      | м/с | кПа/м       | м/с |
| 0,01                           | 0,020     | 0,1 | 0,007     | 0,1 |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,02                           | 0,068     | 0,2 | 0,022     | 0,1 | 0,008     | 0,1 |           |     |           |     |           |     |           |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,03                           | 0,138     | 0,3 | 0,045     | 0,2 | 0,016     | 0,1 | 0,005     | 0,1 |           |     |           |     |           |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,04                           | 0,230     | 0,4 | 0,075     | 0,2 | 0,026     | 0,2 | 0,008     | 0,1 | 0,003     | 0,1 |           |     |           |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,05                           | 0,342     | 0,5 | 0,112     | 0,3 | 0,038     | 0,2 | 0,012     | 0,1 | 0,004     | 0,1 |           |     |           |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,06                           | 0,473     | 0,6 | 0,154     | 0,4 | 0,053     | 0,2 | 0,016     | 0,1 | 0,006     | 0,1 | 0,002     | 0,1 |           |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,07                           | 0,623     | 0,7 | 0,203     | 0,4 | 0,070     | 0,3 | 0,022     | 0,2 | 0,007     | 0,1 | 0,002     | 0,1 |           |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,08                           | 0,792     | 0,8 | 0,257     | 0,5 | 0,088     | 0,3 | 0,027     | 0,2 | 0,009     | 0,1 | 0,003     | 0,1 |           |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,09                           | 0,978     | 0,9 | 0,317     | 0,6 | 0,108     | 0,4 | 0,034     | 0,2 | 0,011     | 0,1 | 0,004     | 0,1 | 0,001     | 0,1 |            |     |            |     |             |     |
| 0,10                           | 1,183     | 1,0 | 0,382     | 0,6 | 0,131     | 0,4 | 0,040     | 0,2 | 0,014     | 0,2 | 0,005     | 0,1 | 0,002     | 0,1 |            |     |            |     |             |     |
| 0,12                           | 1,644     | 1,2 | 0,530     | 0,7 | 0,181     | 0,5 | 0,056     | 0,3 | 0,019     | 0,2 | 0,006     | 0,1 | 0,002     | 0,1 | 0,001      | 0,1 |            |     |             |     |
| 0,14                           | 2,175     | 1,4 | 0,698     | 0,9 | 0,238     | 0,6 | 0,073     | 0,3 | 0,025     | 0,2 | 0,008     | 0,1 | 0,003     | 0,1 | 0,001      | 0,1 |            |     |             |     |
| 0,16                           | 2,773     | 1,6 | 0,888     | 1,0 | 0,302     | 0,6 | 0,093     | 0,4 | 0,032     | 0,2 | 0,011     | 0,2 | 0,004     | 0,1 | 0,002      | 0,1 |            |     |             |     |
| 0,18                           | 3,439     | 1,8 | 1,099     | 1,1 | 0,373     | 0,7 | 0,115     | 0,4 | 0,039     | 0,3 | 0,013     | 0,2 | 0,004     | 0,1 | 0,002      | 0,1 | 0,001      | 0,1 |             |     |
| 0,20                           | 4,172     | 2,0 | 1,330     | 1,2 | 0,450     | 0,8 | 0,138     | 0,5 | 0,047     | 0,3 | 0,016     | 0,2 | 0,005     | 0,1 | 0,002      | 0,1 | 0,001      | 0,1 |             |     |
| 0,30                           | 8,828     | 2,9 | 2,785     | 1,8 | 0,935     | 1,2 | 0,285     | 0,7 | 0,096     | 0,5 | 0,032     | 0,3 | 0,011     | 0,2 | 0,005      | 0,1 | 0,002      | 0,1 | 0,001       | 0,1 |
| 0,40                           |           |     | 4,731     | 2,5 | 1,578     | 1,6 | 0,478     | 1,0 | 0,161     | 0,6 | 0,054     | 0,4 | 0,018     | 0,2 | 0,008      | 0,2 | 0,003      | 0,1 | 0,001       | 0,1 |
| 0,50                           |           |     | 7,161     | 3,1 | 2,376     | 2,0 | 0,716     | 1,2 | 0,240     | 0,8 | 0,080     | 0,5 | 0,026     | 0,3 | 0,012      | 0,2 | 0,005      | 0,2 | 0,002       | 0,1 |
| 0,60                           |           |     |           |     | 3,325     | 2,4 | 0,997     | 1,4 | 0,334     | 0,9 | 0,110     | 0,6 | 0,036     | 0,4 | 0,016      | 0,3 | 0,007      | 0,2 | 0,003       | 0,1 |
| 0,70                           |           |     |           |     | 4,425     | 2,8 | 1,322     | 1,7 | 0,441     | 1,1 | 0,146     | 0,7 | 0,048     | 0,4 | 0,021      | 0,3 | 0,009      | 0,2 | 0,003       | 0,1 |
| 0,80                           |           |     |           |     | 5,675     | 3,1 | 1,689     | 1,9 | 0,562     | 1,2 | 0,185     | 0,8 | 0,061     | 0,5 | 0,026      | 0,3 | 0,011      | 0,2 | 0,004       | 0,2 |
| 0,90                           |           |     |           |     | 7,073     | 3,5 | 2,098     | 2,2 | 0,696     | 1,4 | 0,229     | 0,9 | 0,075     | 0,6 | 0,033      | 0,4 | 0,014      | 0,3 | 0,005       | 0,2 |
| 1,00                           |           |     |           |     |           |     | 2,549     | 2,4 | 0,843     | 1,5 | 0,277     | 1,0 | 0,091     | 0,6 | 0,039      | 0,4 | 0,016      | 0,3 | 0,006       | 0,2 |
| 1,20                           |           |     |           |     |           |     | 3,577     | 2,9 | 1,178     | 1,8 | 0,385     | 1,2 | 0,126     | 0,7 | 0,055      | 0,5 | 0,023      | 0,4 | 0,009       | 0,2 |
| 1,40                           |           |     |           |     |           |     | 4,770     | 3,4 | 1,565     | 2,1 | 0,510     | 1,4 | 0,166     | 0,9 | 0,072      | 0,6 | 0,030      | 0,4 | 0,011       | 0,3 |
| 1,60                           |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,004     | 2,5 | 0,650     | 1,6 | 0,211     | 1,0 | 0,091      | 0,7 | 0,038      | 0,5 | 0,014       | 0,3 |
| 1,80                           |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,494     | 2,8 | 0,807     | 1,7 | 0,261     | 1,1 | 0,113      | 0,8 | 0,047      | 0,5 | 0,018       | 0,4 |
| 2,00                           |           |     |           |     |           |     |           |     | 3,036     | 3,1 | 0,980     | 1,9 | 0,316     | 1,2 | 0,136      | 0,9 | 0,057      | 0,6 | 0,021       | 0,4 |
| 2,20                           |           |     |           |     |           |     |           |     | 3,629     | 3,4 | 1,168     | 2,1 | 0,376     | 1,3 | 0,162      | 1,0 | 0,067      | 0,7 | 0,025       | 0,4 |
| 2,40                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,372     | 2,3 | 0,441     | 1,5 | 0,190      | 1,0 | 0,079      | 0,7 | 0,030       | 0,5 |
| 2,60                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,592     | 2,5 | 0,511     | 1,6 | 0,220      | 1,1 | 0,091      | 0,8 | 0,034       | 0,5 |
| 2,80                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,828     | 2,7 | 0,585     | 1,7 | 0,251      | 1,2 | 0,104      | 0,8 | 0,039       | 0,6 |
| 3,00                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,079     | 2,9 | 0,664     | 1,8 | 0,285      | 1,3 | 0,118      | 0,9 | 0,044       | 0,6 |
| 3,20                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,345     | 3,1 | 0,748     | 2,0 | 0,320      | 1,4 | 0,132      | 1,0 | 0,050       | 0,6 |
| 3,40                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,627     | 3,3 | 0,837     | 2,1 | 0,358      | 1,5 | 0,148      | 1,0 | 0,055       | 0,7 |
| 3,60                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,925     | 3,5 | 0,930     | 2,2 | 0,398      | 1,6 | 0,164      | 1,1 | 0,061       | 0,7 |
| 3,80                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,028     | 2,3 | 0,439      | 1,6 | 0,181      | 1,1 | 0,067       | 0,8 |
| 4,00                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,131     | 2,4 | 0,483      | 1,7 | 0,198      | 1,2 | 0,074       | 0,8 |
| 4,20                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,239     | 2,6 | 0,528      | 1,8 | 0,217      | 1,3 | 0,081       | 0,8 |
| 4,40                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,351     | 2,7 | 0,575      | 1,9 | 0,236      | 1,3 | 0,088       | 0,9 |
| 4,60                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,468     | 2,8 | 0,624      | 2,0 | 0,256      | 1,4 | 0,095       | 0,9 |
| 4,80                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,589     | 2,9 | 0,676      | 2,1 | 0,277      | 1,4 | 0,103       | 1,0 |
| 5,00                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,716     | 3,1 | 0,729      | 2,2 | 0,298      | 1,5 | 0,111       | 1,0 |

| PN 20 температура воды = 10° C |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |            |     |            |     |            |     |             |     |
|--------------------------------|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|------------|-----|------------|-----|------------|-----|-------------|-----|
| k=0,01                         | 16x2,7 мм |     | 20x3,4 мм |     | 25x4,2 мм |     | 32x5,4 мм |     | 40x6,7 мм |     | 50x8,4 мм |     | 63x10,5 мм |     | 75x12,5 мм |     | 90x15,0 мм |     | 110x18,4 мм |     |
| Q                              | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R          | v   | R          | v   | R          | v   | R           | v   |
| 1/c                            | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м      | м/с | кПа/м      | м/с | кПа/м      | м/с | кПа/м       | м/с |
| 0,01                           | 0,035     | 0,1 | 0,012     | 0,1 |           |     |           |     |           |     |           |     |            |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,02                           | 0,118     | 0,2 | 0,041     | 0,1 | 0,014     | 0,1 | 0,004     | 0,1 |           |     |           |     |            |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,03                           | 0,240     | 0,3 | 0,084     | 0,2 | 0,028     | 0,1 | 0,009     | 0,1 | 0,003     | 0,1 |           |     |            |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,04                           | 0,399     | 0,5 | 0,140     | 0,3 | 0,047     | 0,2 | 0,015     | 0,1 | 0,005     | 0,1 |           |     |            |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,05                           | 0,591     | 0,6 | 0,207     | 0,4 | 0,070     | 0,2 | 0,022     | 0,1 | 0,007     | 0,1 | 0,003     | 0,1 |            |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,06                           | 0,816     | 0,7 | 0,286     | 0,4 | 0,096     | 0,3 | 0,030     | 0,2 | 0,010     | 0,1 | 0,004     | 0,1 |            |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,07                           | 1,071     | 0,8 | 0,375     | 0,5 | 0,126     | 0,3 | 0,039     | 0,2 | 0,013     | 0,1 | 0,005     | 0,1 | 0,002      | 0,1 |            |     |            |     |             |     |
| 0,08                           | 1,357     | 0,9 | 0,475     | 0,6 | 0,159     | 0,4 | 0,050     | 0,2 | 0,017     | 0,1 | 0,006     | 0,1 | 0,002      | 0,1 |            |     |            |     |             |     |
| 0,09                           | 1,673     | 1,0 | 0,585     | 0,7 | 0,196     | 0,4 | 0,061     | 0,3 | 0,021     | 0,2 | 0,007     | 0,1 | 0,002      | 0,1 |            |     |            |     |             |     |
| 0,10                           | 2,017     | 1,1 | 0,704     | 0,7 | 0,236     | 0,5 | 0,073     | 0,3 | 0,025     | 0,2 | 0,009     | 0,1 | 0,003      | 0,1 | 0,001      | 0,1 |            |     |             |     |
| 0,12                           | 2,791     | 1,4 | 0,973     | 0,9 | 0,325     | 0,6 | 0,101     | 0,3 | 0,034     | 0,2 | 0,012     | 0,1 | 0,004      | 0,1 | 0,002      | 0,1 |            |     |             |     |
| 0,14                           | 3,676     | 1,6 | 1,279     | 1,0 | 0,427     | 0,6 | 0,133     | 0,4 | 0,045     | 0,3 | 0,016     | 0,2 | 0,005      | 0,1 | 0,002      | 0,1 | 0,001      | 0,0 |             |     |
| 0,16                           | 4,669     | 1,8 | 1,622     | 1,2 | 0,540     | 0,7 | 0,168     | 0,5 | 0,057     | 0,3 | 0,020     | 0,2 | 0,006      | 0,1 | 0,003      | 0,1 | 0,001      | 0,1 |             |     |
| 0,18                           | 5,768     | 2,0 | 2,000     | 1,3 | 0,665     | 0,8 | 0,206     | 0,5 | 0,070     | 0,3 | 0,024     | 0,2 | 0,008      | 0,1 | 0,003      | 0,1 | 0,001      | 0,1 |             |     |
| 0,20                           | 6,971     | 2,3 | 2,414     | 1,5 | 0,802     | 0,9 | 0,249     | 0,6 | 0,084     | 0,4 | 0,029     | 0,2 | 0,010      | 0,1 | 0,004      | 0,1 | 0,002      | 0,1 |             |     |
| 0,30                           | 14,522    | 3,4 | 4,994     | 2,2 | 1,650     | 1,4 | 0,510     | 0,8 | 0,172     | 0,5 | 0,060     | 0,3 | 0,019      | 0,2 | 0,008      | 0,2 | 0,004      | 0,1 | 0,001       | 0,1 |
| 0,40                           |           |     | 8,397     | 2,9 | 2,761     | 1,8 | 0,849     | 1,1 | 0,286     | 0,7 | 0,099     | 0,5 | 0,032      | 0,3 | 0,014      | 0,2 | 0,006      | 0,1 | 0,002       | 0,1 |
| 0,50                           |           |     |           |     | 4,125     | 2,3 | 1,264     | 1,4 | 0,425     | 0,9 | 0,147     | 0,6 | 0,048      | 0,4 | 0,021      | 0,3 | 0,009      | 0,2 | 0,003       | 0,1 |
| 0,60                           |           |     |           |     | 5,735     | 2,8 | 1,752     | 1,7 | 0,587     | 1,1 | 0,203     | 0,7 | 0,066      | 0,4 | 0,029      | 0,3 | 0,012      | 0,2 | 0,005       | 0,1 |
| 0,70                           |           |     |           |     | 7,585     | 3,2 | 2,311     | 2,0 | 0,773     | 1,3 | 0,267     | 0,8 | 0,087      | 0,5 | 0,038      | 0,4 | 0,016      | 0,2 | 0,006       | 0,2 |
| 0,80                           |           |     |           |     |           |     | 2,939     | 2,3 | 0,981     | 1,4 | 0,338     | 0,9 | 0,110      | 0,6 | 0,048      | 0,4 | 0,020      | 0,3 | 0,008       | 0,2 |
| 0,90                           |           |     |           |     |           |     | 3,635     | 2,5 | 1,211     | 1,6 | 0,417     | 1,0 | 0,135      | 0,6 | 0,059      | 0,5 | 0,025      | 0,3 | 0,010       | 0,2 |
| 1,00                           |           |     |           |     |           |     | 4,399     | 2,8 | 1,463     | 1,8 | 0,503     | 1,2 | 0,163      | 0,7 | 0,071      | 0,5 | 0,030      | 0,4 | 0,011       | 0,2 |
| 1,20                           |           |     |           |     |           |     | 6,127     | 3,4 | 2,031     | 2,2 | 0,696     | 1,4 | 0,225      | 0,9 | 0,097      | 0,6 | 0,041      | 0,4 | 0,016       | 0,3 |
| 1,40                           |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,683     | 2,5 | 0,917     | 1,6 | 0,296      | 1,0 | 0,128      | 0,7 | 0,054      | 0,5 | 0,021       | 0,3 |
| 1,60                           |           |     |           |     |           |     |           |     | 3,417     | 2,9 | 1,165     | 1,8 | 0,375      | 1,2 | 0,162      | 0,8 | 0,068      | 0,6 | 0,026       | 0,4 |
| 1,80                           |           |     |           |     |           |     |           |     | 4,233     | 3,2 | 1,441     | 2,1 | 0,463      | 1,3 | 0,200      | 0,9 | 0,083      | 0,6 | 0,032       | 0,4 |
| 2,00                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,742     | 2,3 | 0,559      | 1,4 | 0,241      | 1,0 | 0,101      | 0,7 | 0,039       | 0,5 |
| 2,20                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,070     | 2,5 | 0,663      | 1,6 | 0,286      | 1,1 | 0,119      | 0,8 | 0,046       | 0,5 |
| 2,40                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,423     | 2,8 | 0,775      | 1,7 | 0,334      | 1,2 | 0,139      | 0,8 | 0,054       | 0,6 |
| 2,60                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,803     | 3,0 | 0,894      | 1,9 | 0,385      | 1,3 | 0,160      | 0,9 | 0,062       | 0,6 |
| 2,80                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 3,208     | 3,2 | 1,022      | 2,0 | 0,440      | 1,4 | 0,183      | 1,0 | 0,070       | 0,7 |
| 3,00                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 3,638     | 3,5 | 1,158      | 2,2 | 0,498      | 1,5 | 0,207      | 1,1 | 0,080       | 0,7 |
| 3,20                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,301      | 2,3 | 0,559      | 1,6 | 0,232      | 1,1 | 0,089       | 0,8 |
| 3,40                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,452      | 2,5 | 0,623      | 1,7 | 0,259      | 1,2 | 0,099       | 0,8 |
| 3,60                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,610      | 2,6 | 0,691      | 1,8 | 0,286      | 1,3 | 0,110       | 0,9 |
| 3,80                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,776      | 2,7 | 0,761      | 1,9 | 0,316      | 1,3 | 0,121       | 0,9 |
| 4,00                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,949      | 2,9 | 0,835      | 2,0 | 0,346      | 1,4 | 0,133       | 1,0 |
| 4,20                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,131      | 3,0 | 0,912      | 2,1 | 0,377      | 1,5 | 0,145       | 1,0 |
| 4,40                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,319      | 3,2 | 0,992      | 2,2 | 0,410      | 1,6 | 0,157       | 1,0 |
| 4,60                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,515      | 3,3 | 1,075      | 2,3 | 0,444      | 1,6 | 0,170       | 1,1 |
| 4,80                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,718      | 3,5 | 1,161      | 2,4 | 0,480      | 1,7 | 0,184       | 1,1 |
| 5,00                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |            |     | 1,251      | 2,5 | 0,516      | 1,8 | 0,198       | 1,2 |

| PN 20 температура воды = 50° C |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |            |     |            |     |            |     |             |     |
|--------------------------------|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|------------|-----|------------|-----|------------|-----|-------------|-----|
| k=0,01                         | 16x2,7 мм |     | 20x3,4 мм |     | 25x4,2 мм |     | 32x5,4 мм |     | 40x6,7 мм |     | 50x8,4 мм |     | 63x10,5 мм |     | 75x12,5 мм |     | 90x15,0 мм |     | 110x18,4 мм |     |
| Q                              | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R          | v   | R          | v   | R          | v   | R           | v   |
| 1/c                            | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м      | м/с | кПа/м      | м/с | кПа/м      | м/с | кПа/м       | м/с |
| 0,01                           | 0,028     | 0,1 | 0,010     | 0,1 |           |     |           |     |           |     |           |     |            |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,02                           | 0,096     | 0,2 | 0,034     | 0,1 | 0,011     | 0,1 | 0,004     | 0,1 |           |     |           |     |            |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,03                           | 0,196     | 0,3 | 0,690     | 0,2 | 0,023     | 0,1 | 0,007     | 0,1 | 0,002     | 0,1 |           |     |            |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,04                           | 0,326     | 0,5 | 0,114     | 0,3 | 0,038     | 0,2 | 0,012     | 0,1 | 0,004     | 0,1 |           |     |            |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,05                           | 0,485     | 0,6 | 0,169     | 0,4 | 0,057     | 0,2 | 0,018     | 0,1 | 0,006     | 0,1 | 0,002     | 0,1 |            |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,06                           | 0,672     | 0,7 | 0,234     | 0,4 | 0,078     | 0,3 | 0,024     | 0,2 | 0,008     | 0,1 | 0,003     | 0,1 |            |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,07                           | 0,886     | 0,8 | 0,308     | 0,5 | 0,102     | 0,3 | 0,032     | 0,2 | 0,011     | 0,1 | 0,004     | 0,1 | 0,001      | 0,1 |            |     |            |     |             |     |
| 0,08                           | 1,126     | 0,9 | 0,390     | 0,6 | 0,130     | 0,4 | 0,040     | 0,2 | 0,014     | 0,1 | 0,005     | 0,1 | 0,002      | 0,1 |            |     |            |     |             |     |
| 0,09                           | 1,392     | 1,0 | 0,482     | 0,7 | 0,160     | 0,4 | 0,050     | 0,3 | 0,017     | 0,2 | 0,006     | 0,1 | 0,002      | 0,1 |            |     |            |     |             |     |
| 0,10                           | 1,684     | 1,1 | 0,582     | 0,7 | 0,193     | 0,5 | 0,060     | 0,3 | 0,020     | 0,2 | 0,007     | 0,1 | 0,002      | 0,1 | 0,001      | 0,1 |            |     |             |     |
| 0,12                           | 2,344     | 1,4 | 0,807     | 0,9 | 0,267     | 0,6 | 0,082     | 0,3 | 0,028     | 0,2 | 0,010     | 0,1 | 0,003      | 0,1 | 0,001      | 0,1 |            |     |             |     |
| 0,14                           | 3,104     | 1,6 | 1,065     | 1,0 | 0,351     | 0,6 | 0,108     | 0,4 | 0,037     | 0,3 | 0,013     | 0,2 | 0,004      | 0,1 | 10,002     | 0,1 | 0,001      | 0,0 |             |     |
| 0,16                           | 3,962     | 1,8 | 1,356     | 1,2 | 0,446     | 0,7 | 0,137     | 0,5 | 0,046     | 0,3 | 0,016     | 0,2 | 0,005      | 0,1 | 0,002      | 0,1 | 0,001      | 0,1 |             |     |
| 0,18                           | 4,918     | 2,0 | 1,679     | 1,3 | 0,551     | 0,8 | 0,169     | 0,5 | 0,057     | 0,3 | 0,020     | 0,2 | 0,006      | 0,1 | 0,003      | 0,1 | 0,001      | 0,1 |             |     |
| 0,20                           | 5,972     | 2,3 | 2,033     | 1,5 | 0,666     | 0,9 | 0,204     | 0,6 | 0,069     | 0,4 | 0,024     | 0,2 | 0,008      | 0,1 | 0,003      | 0,1 | 0,001      | 0,1 |             |     |
| 0,30                           | 12,68     | 3,4 | 4,273     | 2,2 | 1,388     | 1,4 | 0,423     | 0,8 | 0,141     | 0,5 | 0,049     | 0,3 | 0,016      | 0,2 | 0,007      | 0,2 | 0,003      | 0,1 | 0,001       | 0,1 |
| 0,40                           |           |     | 7,281     | 2,9 | 2,348     | 1,8 | 0,710     | 1,1 | 0,236     | 0,7 | 0,081     | 0,5 | 0,026      | 0,3 | 0,011      | 0,2 | 0,005      | 0,1 | 0,002       | 0,1 |
| 0,50                           |           |     |           |     | 3,541     | 2,3 | 1,065     | 1,4 | 0,353     | 0,9 | 0,121     | 0,6 | 0,039      | 0,4 | 0,017      | 0,3 | 0,007      | 0,2 | 0,003       | 0,1 |
| 0,60                           |           |     |           |     | 4,964     | 2,8 | 1,486     | 1,7 | 0,491     | 1,1 | 0,168     | 0,7 | 0,054      | 0,4 | 0,023      | 0,3 | 0,010      | 0,2 | 0,004       | 0,1 |
| 0,70                           |           |     |           |     | 6,616     | 3,2 | 1,972     | 2,0 | 0,649     | 1,3 | 0,221     | 0,8 | 0,071      | 0,5 | 0,031      | 0,4 | 0,013      | 0,2 | 0,005       | 0,2 |
| 0,80                           |           |     |           |     |           |     | 2,523     | 2,3 | 0,828     | 1,4 | 0,281     | 0,9 | 0,090      | 0,6 | 0,039      | 0,4 | 0,016      | 0,3 | 0,006       | 0,2 |
| 0,90                           |           |     |           |     |           |     | 3,138     | 2,5 | 1,027     | 1,6 | 0,348     | 1,0 | 0,111      | 0,6 | 0,048      | 0,5 | 0,020      | 0,3 | 0,008       | 0,2 |
| 1,00                           |           |     |           |     |           |     | 3,816     | 2,8 | 1,245     | 1,8 | 0,421     | 1,2 | 0,135      | 0,7 | 0,058      | 0,5 | 0,024      | 0,4 | 0,009       | 0,2 |
| 1,20                           |           |     |           |     |           |     | 5,364     | 3,4 | 1,742     | 2,2 | 0,587     | 1,4 | 0,187      | 0,9 | 0,080      | 0,6 | 0,033      | 0,4 | 0,013       | 0,3 |
| 1,40                           |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,317     | 2,5 | 0,778     | 1,6 | 0,247      | 1,0 | 0,106      | 0,7 | 0,044      | 0,5 | 0,017       | 0,3 |
| 1,60                           |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,971     | 2,9 | 0,994     | 1,8 | 0,315      | 1,2 | 0,135      | 0,8 | 0,056      | 0,6 | 0,021       | 0,4 |
| 1,80                           |           |     |           |     |           |     |           |     | 3,702     | 3,2 | 1,235     | 2,1 | 0,390      | 1,3 | 0,167      | 0,9 | 0,069      | 0,6 | 0,026       | 0,4 |
| 2,00                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,501     | 2,3 | 0,473      | 1,4 | 0,202      | 1,0 | 0,083      | 0,7 | 0,032       | 0,5 |
| 2,20                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,791     | 2,5 | 0,563      | 1,6 | 0,240      | 1,1 | 0,099      | 0,8 | 0,038       | 0,5 |
| 2,40                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,106     | 2,8 | 0,660      | 1,7 | 0,281      | 1,2 | 0,116      | 0,8 | 0,044       | 0,6 |
| 2,60                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,445     | 3,0 | 0,765      | 1,9 | 0,325      | 1,3 | 0,134      | 0,9 | 0,051       | 0,6 |
| 2,80                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,809     | 3,2 | 0,877      | 2,0 | 0,373      | 1,4 | 0,153      | 1,0 | 0,058       | 0,7 |
| 3,00                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 3,197     | 3,5 | 0,996      | 2,2 | 0,423      | 1,5 | 0,174      | 1,1 | 0,066       | 0,7 |
| 3,20                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,123      | 2,3 | 0,476      | 1,6 | 0,195      | 1,1 | 0,074       | 0,8 |
| 3,40                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,256      | 2,5 | 0,532      | 1,7 | 0,218      | 1,2 | 0,083       | 0,8 |
| 3,60                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,397      | 2,6 | 0,591      | 1,8 | 0,242      | 1,3 | 0,092       | 0,9 |
| 3,80                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,545      | 2,7 | 0,653      | 1,9 | 0,267      | 1,3 | 0,101       | 0,9 |
| 4,00                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,701      | 2,9 | 0,718      | 2,0 | 0,293      | 1,4 | 0,111       | 1,0 |
| 4,20                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,863      | 3,0 | 0,786      | 2,1 | 0,321      | 1,5 | 0,121       | 1,0 |
| 4,40                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,033      | 3,2 | 0,856      | 2,2 | 0,349      | 1,6 | 0,132       | 1,0 |
| 4,60                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,210      | 3,3 | 0,930      | 2,3 | 0,379      | 1,6 | 0,143       | 1,1 |
| 4,80                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,394      | 3,5 | 1,006      | 2,4 | 0,410      | 1,7 | 0,155       | 1,1 |
| 5,00                           |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |            |     | 1,086      | 2,5 | 0,442      | 1,8 | 0,167       | 1,2 |

| PN 20  | температура воды = 80° C |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |            |     |            |     |            |     |             |     |
|--------|--------------------------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|------------|-----|------------|-----|------------|-----|-------------|-----|
| k=0,01 | 16x2,7 мм                |     | 20x3,4 мм |     | 25x4,2 мм |     | 32x5,4 мм |     | 40x6,7 мм |     | 50x8,4 мм |     | 63x10,5 мм |     | 75x12,5 мм |     | 90x15,0 мм |     | 110x18,4 мм |     |
| Q      | R                        | v   | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R         | v   | R          | v   | R          | v   | R          | v   | R           | v   |
| 1/c    | кПа/м                    | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м     | м/с | кПа/м      | м/с | кПа/м      | м/с | кПа/м      | м/с | кПа/м       | м/с |
| 0,01   | 0,026                    | 0,1 | 0,009     | 1,1 |           |     |           |     |           |     |           |     |            |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,02   | 0,087                    | 0,2 | 0,030     | 1,1 | 0,010     | 0,1 | 0,003     | 0,1 |           |     |           |     |            |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,03   | 0,179                    | 0,3 | 0,062     | 0,2 | 0,021     | 0,1 | 0,006     | 0,1 | 0,002     | 0,1 |           |     |            |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,04   | 0,299                    | 0,5 | 0,104     | 0,3 | 0,035     | 0,2 | 0,011     | 0,1 | 0,004     | 0,1 |           |     |            |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,05   | 0,446                    | 0,6 | 0,155     | 0,4 | 0,051     | 0,2 | 0,016     | 0,1 | 0,005     | 0,1 | 0,002     | 0,1 |            |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,06   | 0,619                    | 0,7 | 0,214     | 0,4 | 0,071     | 0,3 | 0,022     | 0,2 | 0,007     | 0,1 | 0,003     | 0,1 |            |     |            |     |            |     |             |     |
| 0,07   | 0,818                    | 0,8 | 0,282     | 0,5 | 0,094     | 0,3 | 0,029     | 0,2 | 0,010     | 0,1 | 0,003     | 0,1 | 0,001      | 0,1 |            |     |            |     |             |     |
| 0,08   | 1,042                    | 0,9 | 0,359     | 0,6 | 0,119     | 0,4 | 0,037     | 0,2 | 0,012     | 0,1 | 0,004     | 0,1 | 0,001      | 0,1 |            |     |            |     |             |     |
| 0,09   | 1,291                    | 1,0 | 0,443     | 0,7 | 0,146     | 0,4 | 0,045     | 0,3 | 0,015     | 0,2 | 0,005     | 0,1 | 0,002      | 0,1 |            |     |            |     |             |     |
| 0,10   | 1,565                    | 1,1 | 0,536     | 0,7 | 0,177     | 0,5 | 0,054     | 0,3 | 0,018     | 0,2 | 0,006     | 0,1 | 0,002      | 0,1 | 0,001      | 0,1 |            |     |             |     |
| 0,12   | 2,186                    | 1,4 | 0,746     | 0,9 | 0,245     | 0,6 | 0,075     | 0,3 | 0,025     | 0,2 | 0,009     | 0,1 | 0,003      | 0,1 | 0,001      | 0,1 |            |     |             |     |
| 0,14   | 2,905                    | 1,6 | 0,988     | 1,0 | 0,323     | 0,6 | 0,099     | 0,4 | 0,033     | 0,3 | 0,012     | 0,2 | 0,004      | 0,1 | 0,002      | 0,1 | 0,001      | 0,0 |             |     |
| 0,16   | 3,719                    | 1,8 | 1,261     | 1,2 | 0,412     | 0,7 | 0,126     | 0,5 | 0,042     | 0,3 | 0,015     | 0,2 | 0,005      | 0,1 | 0,002      | 0,1 | 0,001      | 0,1 |             |     |
| 0,18   | 4,630                    | 2,0 | 1,565     | 1,3 | 0,510     | 0,8 | 0,155     | 0,5 | 0,052     | 0,3 | 0,018     | 0,2 | 0,006      | 0,1 | 0,003      | 0,1 | 0,001      | 0,1 |             |     |
| 0,20   | 5,636                    | 2,3 | 1,900     | 1,5 | 0,617     | 0,9 | 0,188     | 0,6 | 0,063     | 0,4 | 0,022     | 0,2 | 0,007      | 0,1 | 0,003      | 0,1 | 0,001      | 0,1 |             |     |
| 0,30   | 12,09                    | 3,4 | 4,031     | 2,2 | 1,296     | 1,4 | 0,391     | 0,8 | 0,130     | 0,5 | 0,045     | 0,3 | 0,014      | 0,2 | 0,006      | 0,2 | 0,003      | 0,1 | 0,001       | 0,1 |
| 0,40   |                          |     | 6,918     | 2,9 | 2,206     | 1,8 | 0,661     | 1,1 | 0,218     | 0,7 | 0,075     | 0,5 | 0,024      | 0,3 | 0,010      | 0,2 | 0,004      | 0,1 | 0,002       | 0,1 |
| 0,50   |                          |     |           |     | 3,346     | 2,3 | 0,995     | 1,4 | 0,327     | 0,9 | 0,111     | 0,6 | 0,036      | 0,4 | 0,015      | 0,3 | 0,006      | 0,2 | 0,002       | 0,1 |
| 0,60   |                          |     |           |     | 4,712     | 2,8 | 1,395     | 1,7 | 0,456     | 1,1 | 0,155     | 0,7 | 0,050      | 0,4 | 0,021      | 0,3 | 0,009      | 0,2 | 0,003       | 0,1 |
| 0,70   |                          |     |           |     | 6,304     | 3,2 | 1,858     | 2,0 | 0,605     | 1,3 | 0,205     | 0,8 | 0,065      | 0,5 | 0,028      | 0,4 | 0,012      | 0,2 | 0,005       | 0,2 |
| 0,80   |                          |     |           |     |           |     | 2,384     | 2,3 | 0,774     | 1,4 | 0,261     | 0,9 | 0,083      | 0,6 | 0,036      | 0,4 | 0,015      | 0,3 | 0,006       | 0,2 |
| 0,90   |                          |     |           |     |           |     | 2,974     | 2,5 | 0,963     | 1,6 | 0,324     | 1,0 | 0,103      | 0,6 | 0,044      | 0,5 | 0,018      | 0,3 | 0,007       | 0,2 |
| 1,00   |                          |     |           |     |           |     | 3,626     | 2,8 | 1,171     | 1,8 | 0,392     | 1,2 | 0,124      | 0,7 | 0,053      | 0,5 | 0,022      | 0,4 | 0,009       | 0,2 |
| 1,20   |                          |     |           |     |           |     | 5,121     | 3,4 | 1,645     | 2,2 | 0,549     | 1,4 | 0,173      | 0,9 | 0,074      | 0,6 | 0,031      | 0,4 | 0,012       | 0,3 |
| 1,40   |                          |     |           |     |           |     |           |     | 2,197     | 2,5 | 0,730     | 1,6 | 0,230      | 1,0 | 0,098      | 0,7 | 0,040      | 0,5 | 0,016       | 0,3 |
| 1,60   |                          |     |           |     |           |     |           |     | 2,826     | 2,9 | 0,936     | 1,8 | 0,293      | 1,2 | 0,125      | 0,8 | 0,051      | 0,6 | 0,020       | 0,4 |
| 1,80   |                          |     |           |     |           |     |           |     | 3,532     | 3,2 | 1,166     | 2,1 | 0,364      | 1,3 | 0,155      | 0,9 | 0,064      | 0,6 | 0,024       | 0,4 |
| 2,00   |                          |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,421     | 2,3 | 0,443      | 1,4 | 0,188      | 1,0 | 0,077      | 0,7 | 0,029       | 0,5 |
| 2,20   |                          |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,700     | 2,5 | 0,528      | 1,6 | 0,224      | 1,1 | 0,092      | 0,8 | 0,035       | 0,5 |
| 2,40   |                          |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,003     | 2,8 | 0,621      | 1,7 | 0,263      | 1,2 | 0,107      | 0,8 | 0,041       | 0,6 |
| 2,60   |                          |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,331     | 3,0 | 0,721      | 1,9 | 0,304      | 1,3 | 0,124      | 0,9 | 0,047       | 0,6 |
| 2,80   |                          |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,682     | 3,2 | 0,828      | 2,0 | 0,349      | 1,4 | 0,142      | 1,0 | 0,054       | 0,7 |
| 3,00   |                          |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 3,058     | 3,5 | 0,942      | 2,2 | 0,397      | 1,5 | 0,162      | 1,1 | 0,061       | 0,7 |
| 3,20   |                          |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,064      | 2,3 | 0,447      | 1,6 | 0,182      | 1,1 | 0,069       | 0,8 |
| 3,40   |                          |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,192      | 2,5 | 0,501      | 1,7 | 0,204      | 1,2 | 0,077       | 0,8 |
| 3,60   |                          |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,328      | 2,6 | 0,557      | 1,8 | 0,226      | 1,3 | 0,085       | 0,9 |
| 3,80   |                          |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,471      | 2,7 | 0,616      | 1,9 | 0,250      | 1,3 | 0,094       | 0,9 |
| 4,00   |                          |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,621      | 2,9 | 0,679      | 2,0 | 0,275      | 1,4 | 0,103       | 1,0 |
| 4,20   |                          |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,778      | 3,0 | 0,744      | 2,1 | 0,301      | 1,5 | 0,113       | 1,0 |
| 4,40   |                          |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 1,942      | 3,2 | 0,812      | 2,2 | 0,328      | 1,6 | 0,123       | 1,0 |
| 4,60   |                          |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,113      | 3,3 | 0,882      | 2,3 | 0,356      | 1,6 | 0,134       | 1,1 |
| 4,80   |                          |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     | 2,292      | 3,5 | 0,956      | 2,4 | 0,386      | 1,7 | 0,145       | 1,1 |
| 5,00   |                          |     |           |     |           |     |           |     |           |     |           |     |            |     | 1,033      | 2,5 | 0,416      | 1,8 | 0,156       | 1,2 |