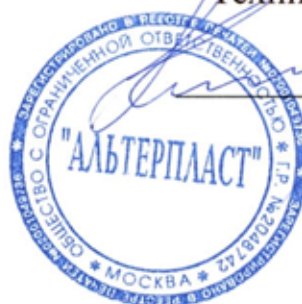


Утверждаю  
ООО «Альтерпласт»  
Технический директор

О.В. Козлов



**«Расчет срока эксплуатации труб из сшитого полиэтилена  
PE-X при нормативных условиях т.м. «Altstream» в  
зависимости от длительности отопительного сезона, давления  
и температуры теплоносителя для г. Москвы».**

Разработчик:

ООО «Альтерпласт», инженер

А.М. Самоделко



Москва 2012 г.

## **Расчет выполнен на основании ГОСТ Р 52134-2003.**

В настоящее время у проектировщиков систем отопления и водоснабжения возникают вопросы о сроках эксплуатации инженерных систем, выполненных из труб РЕ-Х.

Таблицы, приведенные в ГОСТ Р 52134-2003, не позволяют полностью оценить срок службы трубопровода при конкретных параметрах теплоносителя. Расчет же по правилу Майнера достаточно затруднителен.

Предлагаем Вам использовать проведенный ниже расчет срока эксплуатации на основе стандартных эталонных кривых длительной прочности труб из РЕ-Х при различных давлениях и температурах, для учета возможности использования труб «Altstream» в инженерных системах.

Представленные данные подтверждают надежность систем низкотемпературного отопления и водоснабжения, выполненных из РЕ-Х труб «Altstream».

### **1. Определение срока эксплуатации при постоянных нагрузках.**

Срок службы трубопровода РЕ-Х зависит от материала, толщины стенки (SDR), рабочего давления в системе и температуры протекающей по трубе жидкости.

Для определения срока эксплуатации необходимо установить напряжение в стенке трубы из условия длительной прочности:

$$\sigma = C \cdot P \cdot (d-s) / (2 \cdot s), \quad (1) \text{ и } (4) \text{ ГОСТ Р 52134-2003}$$

где:

$\sigma$  — напряжение в стенке трубы, МПа

$P$  — максимальное рабочее давление, МПа

$d$  — средний наружный диаметр трубы, мм

$s$  — минимальная толщина стенки трубы, мм

$C$  — коэффициент запаса прочности

Время, которое труба может выдержать, не разрушаясь (ГОСТ Р 52134-2003, приложение В, рис. В.4):

$$\lg(t) = -105,8618 - (18506,15/T) \cdot \lg(\sigma) + 57895,49/T - 24,7997 \cdot \lg(\sigma)$$

где:

$t$  — время, ч

$T$  — температура, К

$\sigma$  — напряжение в стенке трубы, МПа

## 2. Определение срока эксплуатации PE-X труб по 5-му и 2-му классу эксплуатации.

В реальности теплоноситель в течение эксплуатации имеет переменную температуру, поэтому в ГОСТ Р 52134-2003 установлены размеры труб и параметры, определяющие срок их службы: длительная прочность материала в виде зависимости "время — напряжения в стенке трубы — температура" и условия эксплуатации (классы), определяемые комплексом температур и временем их воздействия, а также значения максимальных рабочих давлений и коэффициенты запаса прочности.

Суммарное годовое повреждение TYD, %, определяется по формуле:

$$TYD = \sum a_i / t_i$$

где:

$a_i$  — время действия температуры "i" в течение года, %

$t_i$  — время непрерывного действия температуры "i", которое труба может выдержать без разрушения, выраженное в часах или годах.

Срок службы трубы  $t_x$  является величиной обратной TYD и составляет:

$$t_x = 100 / TYD$$

Рассчитаем срок службы PE-X труб 16\*2 мм (SDR 8), 20\*2 мм (SDR 10), 26\*3 мм (SDR 8,7), 32\*3 мм (SDR 11), используемых для отопления и ГВС, по правилу Майнера.

Согласно табл. 26 (ГОСТ Р 52134-2003), вышеописанная труба соответствует 5-му классу эксплуатации и для этого класса установлен следующий температурный режим в течение срока службы 50 лет:

$T_{\text{раб.}} = T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  — 14 лет, т.е. время действия данной температуры в течение года составляет  $a_1 = 28\%$

$T_{\text{раб.}} = T_2 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$  — 25 лет, т.е.  $a_2 = 50\%$

$T_{\text{раб.}} = T_3 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$  — 10 лет, т.е.  $a_3 = 20\%$

$T_{\text{макс.}} = T_4 = 90 \text{ }^\circ\text{C}$  — 1 год, т.е.  $a_4 = 2\%$

$T_{\text{авар.}} = T_5 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$  — 100 часов, т.е.  $a_5 = 0,02\%$

Зависимость срока службы от давления при переменной рабочей температуре для PE-X труб C=1,5/1,3/1 5-й класс

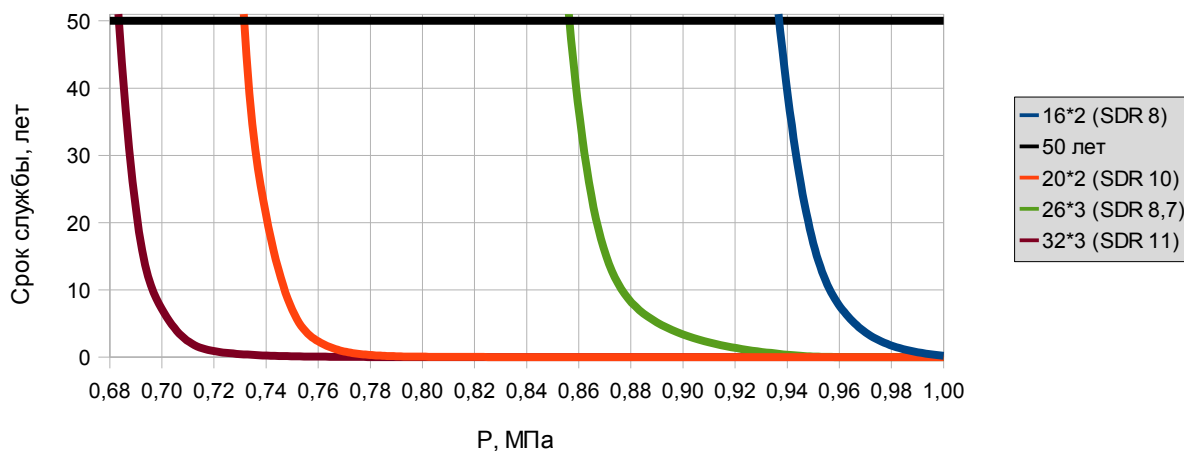


Рис. 1

Согласно табл. 26 (ГОСТ Р 52134-2003), вышеописанная труба соответствует 2-му классу эксплуатации и для этого класса установлен следующий температурный режим в течение срока службы 50 лет:

$T_{\text{раб.}} = T_1 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$  — 49 лет, т.е. время действия данной температуры в течение года составляет  $a_1 = 98\%$

$T_{\text{раб.}} = T_2 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$  — 1 год, т.е.  $a_2 = 2\%$

$T_{\text{авар.}} = T_3 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$  — 100 часов, т.е.  $a_3 = 0,02\%$

Зависимость срока службы от давления при переменной рабочей температуре для PE-X труб C=1,5/1,3/1 2-й класс

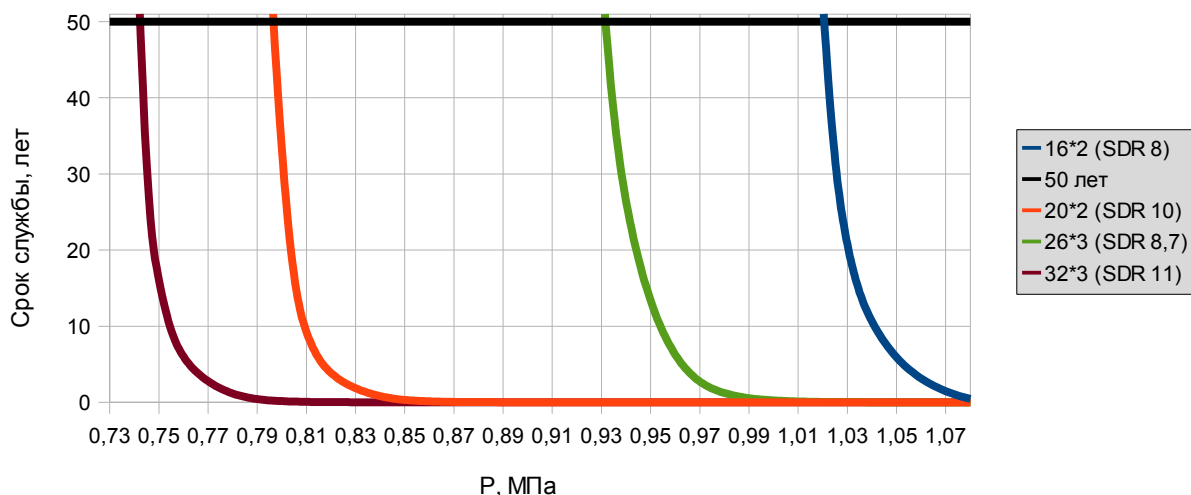


Рис. 2

### 3. Расчет срока службы при постоянных нагрузках при различной длительности отопительного сезона.

Согласно СНиП 41-03-2003 "Отопление, вентиляция и кондиционирование" п. 6.1.4 срок службы трубопроводов должен быть не менее 25 лет.

Предполагая, согласно табл. 26 ГОСТ Р 52134-2003, постоянным процентное соотношение длительности действия температур, отличных от 20 °С, для отопительных сезонов различной продолжительности, произведем расчет срока эксплуатации труб из сшитого полиэтилена РЕ-Х для Москвы. Отопительный сезон 214 дней.

$$T_{\text{раб.}} = T_1 = 20 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ — } (365-214) \text{ дней в году.}$$

т.е. время действия данной температуры в течение года составляет  $a_1 = 41,4\%$   
Введем коэффициент соответствия таблицы 26 и длительности отопительного сезона в Москве:  $(100\%-41,4\%)/(100-28\%)=0,814$ , тогда

$$T_{\text{раб.}} = T_2 = 60 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ — } 25 \text{ лет, т.е. } a_2 = 40,7\%$$

$$T_{\text{раб.}} = T_3 = 80 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ — } 10 \text{ лет, т.е. } a_3 = 16,3\%$$

$$T_{\text{макс.}} = T_4 = 90 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ — } 1 \text{ год, т.е. } a_4 = 1,6\%$$

$$T_{\text{авар.}} = T_5 = 100 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ — } 100 \text{ часов, т.е. } a_5 = 0,02\% \text{ ( } T_{\text{авар.}} \text{ без пересчета).}$$

Получим для Москвы следующий график:

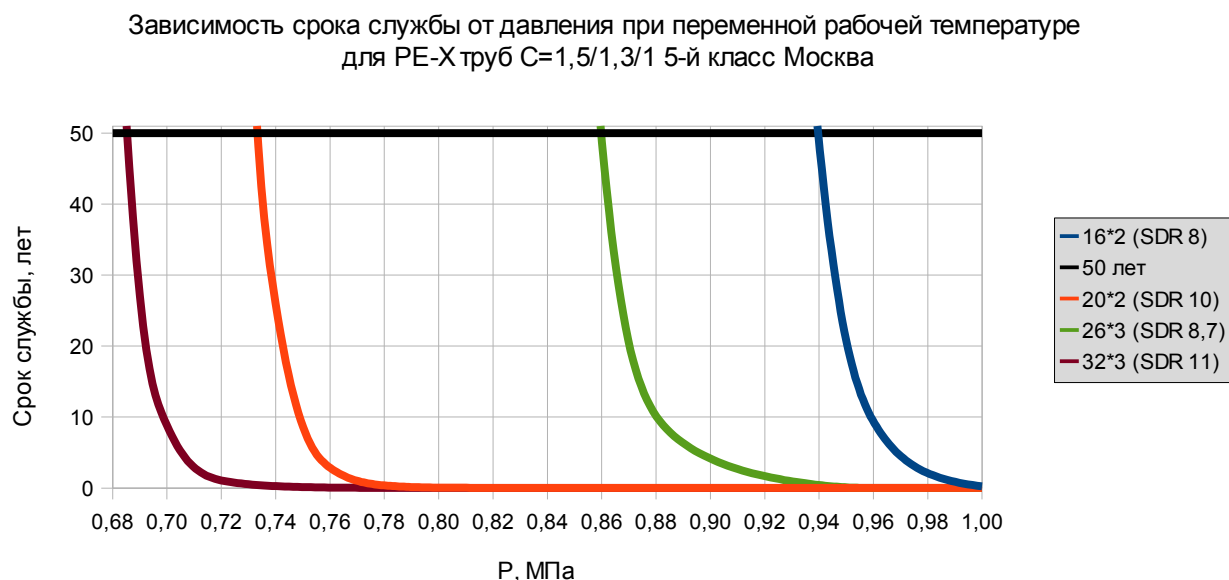


Рис.3

#### 4. Сравнение сроков эксплуатации PE-X и PP-R труб по 5-му и 2-му классу эксплуатации.

Зависимость срока службы от давления при переменной рабочей температуре для труб PE-X и PP-R (PN 20, 16) C=1,5/1,3/1 5-й класс эксплуатации Москва

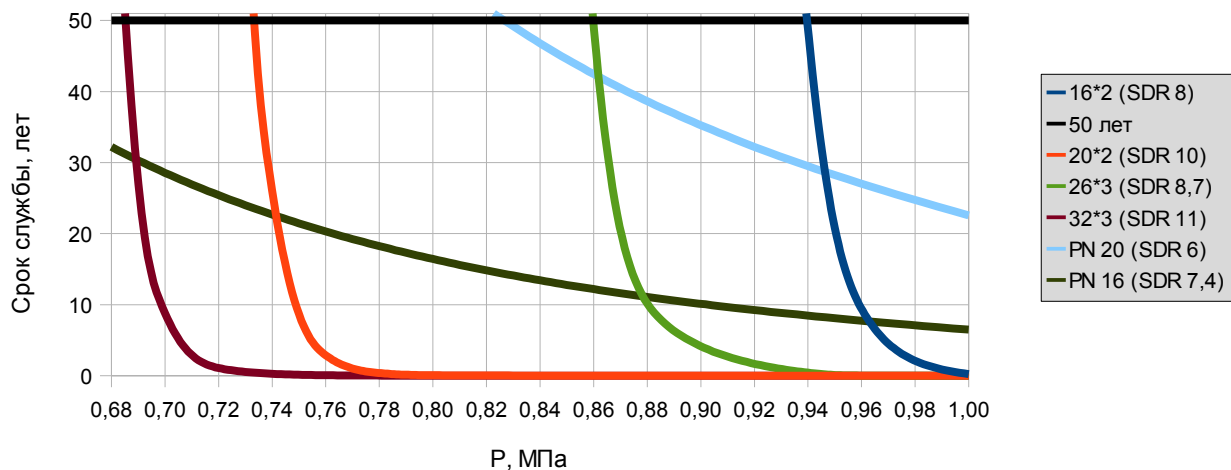


Рис.4

Зависимость срока службы от давления при переменной рабочей температуре для труб PE-X и PP-R (PN 20, 16) C=1,5 2-й класс эксплуатации

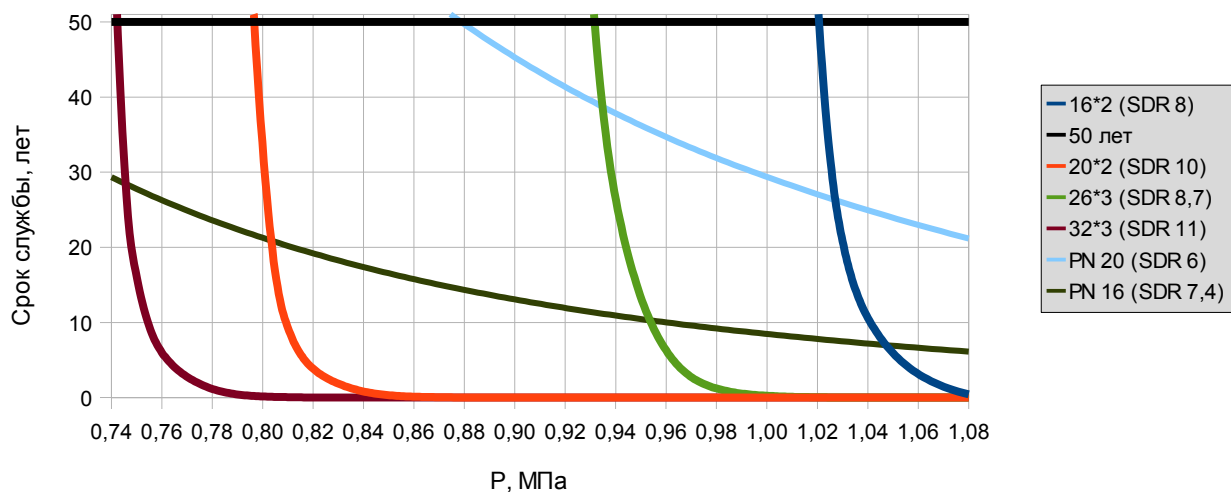


Рис.5