

## Позиция

25/06/2019

### 100 години експлоатационен живот на полиетиленови напорни тръбни системи за подземно полагане за вода и газо снабдяване

#### 1. Увод

TEPPFA и Асоциацията PE100+ са идентифицирали необходимостта от обяснение на разликата между проектната точка при 20 градуса / 50 години и очакваната продължителност на живота на напорните тръбни системи от PE80 и PE100. Изследванията, проучванията от екстраполация и докладите за изкопаните тръби в експлоатация показват минимална износване и екстраполативните тестове извършени върху тези тестови проби, потвърждават очаквания експлоатационен живот от над 100 години.

#### 2. Проектен срещу експлоатационен живот

Проектният живот не трябва да се бърка с действителния живот на тръбопроводната напорна система от ПЕ. В реалния живот се очаква експлоатационният живот да бъде повече от 100 години поради редица причини, като

- По-ниско ниво на натиск (напрежение) през целия живот
- По-ниски реални температури в земята
- Допустимите отклонения за дебелини на стените са винаги в диапазона от нула до „плюс“
- В етапа на проектиране се прилага коефициент на сигурност

#### 3. Основи за проектиране на напорните тръбни системи от ПЕ

50-годишната проектна основа и минималният експлоатационен живот на водопроводни или газопроводни тръбни системи от ПЕ е осигурена чрез установените стандарти ISO 9080<sup>1</sup> и ISO 12162<sup>2</sup>. ISO 9080 осигурява метод на екстраполация за приблизителна оценка на 97,5% по-ниска граница на прогнозиране на стреса ( $\sigma_{LPL}$ ), която термопластичната тръба може да издържи за 50 години при 20°C. Екстраполирането се извършва от данни, получени чрез хидростатично изпитване под налягане, проведено при различни температури в съответствие с ISO 1167-1<sup>3</sup> и ISO 1167-2<sup>4</sup>. ISO 12162 създава система за класификация и обозначаване на термопластични тръби, въз основа на тяхната минимална изискуема якост (MRS), произтичаща от техния  $\sigma_{LPL}$ . ПЕ тръба с  $8\text{MPa} \leq \sigma_{LPL} < 10\text{MPa}$  има MRS от 8 MPa и е обозначена като PE 80. ПЕ тръба с  $10\text{MPa} \leq \sigma_{LPL} < 11,2\text{MPa}$  има MRS от 10 MPa и е обозначена като PE 100. ISO 12162 също така определя метод за изчисляване на проектното напрежение  $\sigma_s$  от MRS и проектен коефициент C ( $\sigma_s = \text{MRS} / C$ ). Освен ако не е посочено друго в специфичен стандарт на продукта, се използва минимален проектен коефициент ( $C_{\min} = 1,25$  за PE80 и PE100 за вода и  $C_{\min} = 2$  за PE80 и PE100 за газ).

Продуктовия стандарт серии на ISO4427<sup>5</sup>, както и на EN12201<sup>6</sup> определят специфичните изисквания за съвременна напорна тръбопроводна система от PE80 и PE100 с плътна стена и нейните компоненти, предназначени за подаване на вода под налягане. В последната редакция на сериите, обхващат на ISO 4427 за водата за човешка консумация е разширен до сурова вода преди третиране, дренаж и канализация под налягане, вакуумни канализационни системи и вода за други цели.

Продуктовия стандарт серии по ISO4437<sup>7</sup>, както и EN1555<sup>8</sup> определят специфичните изисквания за модерна плътна стена за напорните тръбопроводни система от PE100 и PE 80 и и нейните компоненти, предназначени за снабдяване с природен газ под налягане, използвана главно за разпределителни системи и сградни отклонения до 10 bar за PE100.

В стандартите (референция 5,6,7 и 8) е признато, че „изследванията за дългосрочно прогнозиране на ефективността на съществуващите PVC системи за разпределение на водата показват възможен експлоатационен живот от най-малко 100 години“.

Докато първоначалните подобрения на материалите повишават устойчивостта на натиск (PE 63 до PE 80 и PE 100), през последните години е постигнат значителен напредък чрез увеличаване на устойчивостта на бавно разрастване на пукнатини (SCG). Този обозначен PE100-RC (RC: Raised Crack resistance) материал на тръбопровода изисква отделен брой тестове за оценка на производителността на SCG; докато всички други материални и продуктови изисквания за PE100-RC са идентични с добре познатите и установени PE 100. Тръбни системи, изработени от PE100-RC материал, могат да се използват за алтернативни методи на инсталация, например когато могат да се срещнат повече повърхностни повреди или при инсталация където изкопаната почва се използва като материал за подложка (извлечение от prEN1555-1 приложение A) .<sup>9</sup> Всички 4 от гореспоменатите серии стандарти ще включват PE100-RC в следващата им ревизия през идните години, започвайки от серия EN1555.

#### **4. Публикации и проучвания с изкопаване, доказващи 100+ години експлоатационен живот на напорните тръбни системи от ПЕ**

Развитието на полиетиленовия материал започва около 1953 г. с първите поколения от PE40, PE50 и PE63; Тези материали са надхвърлили 50-70 години експлоатационен живот и са частично все още в експлоатация. Днес пазарите използват материала PE80 главно поради гъвкавостта и лесната му инсталация, особено в по-малки размери, но през последните 30 години повечето от тях са преминали към PE100 системите. Тръбите за вода могат да бъдат екструдирани в размери от 16 мм до 3500 мм. PE тръбните системи за газ се използват от около 60 години с много ниска степен на неуспех дори при условия на движение на земята. Размерите на тръбите за газ достигат от 16 до 800 мм.

Много доклади от изкопаване са публикувани или представени на конференции за механичните характеристики на тръбите под налягане от ПЕ, обхващащи множество десетилетия на непрекъснати условия на работа, места и приложения. Много ПЕ тръбни системи вече са надхвърлили края на определената проектна жизнена точка от 50 години, без никаква индикация в статистиката на отказите, поддържана от средствата, свързани с възрастови причини. Примерите са изброени по-долу:

В „Пластмасовите тръби XIII във Вашингтон“ през 2006г. Schulte<sup>10</sup> съобщава, че тръбите, произведени през 1956 г. и инсталирани през октомври същата година в изпитвателен стенд, са преминали 50 години успешно изпитване, както се предвижда. Допълнителни примери за дълготрайност на ПЕ тръби са дадени в тази книга заедно с оценка на тръбните смоли от последно поколение, показващи потенциал за удължаване на приложението им до 100 години.

През 1997 г. U. Schulte<sup>11</sup> показва, че при стандартизиран метод за екстраполация ISO / TR 9080 може да се очаква експлоатационен живот от над 100 години за бимодалните ПЕВП типове.

През 2007 г. J. Hessel<sup>12</sup> обобщава изследванията на употребявани тръби от ПЕВП от първо поколение и изчислява вече висок остатъчен експлоатационен срок на тези тръби. Благодарение на изключителните подобрения на материала за устойчивост на пукнатини при напрежение, за усъвършенстваните материали PE100 (PE100-RC) е доказан минимален експлоатационен живот от 100 години. Термичното стареене се взема под внимание и се тества при по-високи температури. Със закона „Arrhenius“ беше изчислено времето на отказ поради термично стареене над 460 години за работна температура 20 ° C.

През 2009 г. Н. Brömstrup<sup>13</sup> публикува третото издание на книгата „PE100 Pipe systems“ и заключава на страници 34-35, че бимодалните PE100 материали могат да се считат за валидни за 100 години живот.

Японската система за полиетиленови тръбопроводи и Асоциация на интегрирани технологии за водоснабдяване (Politec<sup>14</sup>) заключават въз основа на екстраполация на резултатите и изчисленията, че има безопасна проектна концепция, за решения 100-годишен практически живот.

J.M.V. Sanders<sup>15</sup> заключава, че експлоатационният живот на една тръба надвишава 100 години въз основа на различни приложени методи, изследването на останалите допълнителни нива чрез OIT метод и анализ на режима на повреда в различните етапи.

Водната индустрия на Великобритания (подготвена и публикувана от WRc<sup>16</sup>), решава 100-140 години очакван живот на базата на PE80 ПЕСП тръби /ПЕ средна плътност/, изследвани при различни температури 20°C, 60°C и 80°C за 13 години и екстраполирани криви на разкъсване на напрежението.

На големите пазари като Европа, Русия, Африка, Близкия Изток и Южна Америка, готовите /предварително оцветени/ черни и цветни суровини за ПЕ тръби се осигуряват от производителите на смоли с малка или никаква разлика във формата през годините. Производителността базирани на EN и ISO стандартите за прилагане на ПЕ тръби, са проектирани с граници на безопасност и системите за качество на производителите на ПЕ тръби осигуряват проследимост на използваните суровини. Посочените по-горе резултати, получени във всички региони, показват, че може да се очаква надеждна услуга, надвишаваща 100 години, когато се използва готова суровина в процеса на производство на качествени тръби и инсталацията е следвала стандартите на индустрията.

## Литературни препратки

- <sup>1</sup> ISO 9080:2012 “Пластмасови тръбопроводни и канализационни системи. Определяне на дългосрочната хидростатична якост на термопластични материали под формата на тръба чрез екстраполяция”.
- <sup>2</sup> ISO 12162:2009 “Термопластични материали за напорни тръби и свързващи части. Класификация и означение. Коефициент на сигурност (при проектиране)”.
- <sup>3</sup> ISO 1167-1:2006 “Пластмасови тръби, свързващи части и комплекти за пренос на флуиди. Определяне устойчивостта на вътрешно налягане. Част 1: Общ метод”.
- <sup>4</sup> ISO 1167-2:2006 “Пластмасови тръби, свързващи части и комплекти за пренос на флуиди. Определяне устойчивостта на вътрешно налягане. Част 2: Подготвяне на пробни тела от тръби”.
- <sup>5</sup> ISO 4427-1 до ISO4427-5 “Пластмасови тръбопроводни системи за водоснабдяване, дренаж и канализация под налягане – Полиетилен (ПЕ).
- <sup>6</sup> EN12201-1 до EN12201-5 “Пластмасови тръбопроводни системи за водоснабдяване, дренаж и канализация под налягане – Полиетилен (ПЕ).”
- <sup>7</sup> ISO 4437-1 до ISO4437-5 “Пластмасови тръбопроводни системи за газоснабдяване – Полиетилен (ПЕ)”.
- <sup>8</sup> EN1555-1 до EN1555-5 “Пластмасови тръбопроводни системи за газоснабдяване – Полиетилен (ПЕ)”
- <sup>9</sup> prEN1555-1 to EN1555-5(2019) “Пластмасови тръбопроводни системи за газоснабдяване – Полиетилен (ПЕ)”
- <sup>10</sup> Schulte, U., „Визията става истинска - 50 години тръби от полиетилен с висока плътност”, конференция за пластмасови тръби XIII, Вашингтон, 2006 г.
- <sup>11</sup> Schulte, U., “100 години „експлоатационен живот - дългосрочна якост на напорни тръби от бимодален ПЕВП, потвърдено с ISO / TR 9080”, Kunststoffe 87 (1997) Heft 2, Seiten 203-206
- <sup>12</sup> Hessel, J., „100 години „експлоатационен живот за тръбите от полиетилен, 100-year service-live for polyethylene pipes, Преглед и перспективи ”3R international 46 (2007) Heft 4, Seiten 242-246
- <sup>13</sup> Heiner Brömstrup, PE100 Тръбни системи, 2009, 3<sup>та</sup> редакция, Vulkan Verlag ISBN 978-3-8027-2759-7
- <sup>14</sup> Politec автори Takashi Kuriyama, Kenji Mizukawa, Hiroyuki Kurio, Hiroaki Sakamoto, “Изследвания за теоретизиране на минималния 100-годишен живот на полиетиленовата тръбна система за водоснабдяване”
- <sup>15</sup> J.M.B Sanders, “Деградация на полиолефинови тръби” и “Техники за определяне на остатъчния експлоатационен срок на полимерните тръби за водната индустрия”, докторска дисертация, Имперски колеж в Лондон (Dec. 2010)
- <sup>16</sup> Информация за водната индустрия на Обединеното кралство и насоки IGN 4-32-18 март 2003 г. : 1 брой 1 (страница 1-17) ISSN 1353-2529 (препечатка публикация през м. Юни 2006 г.) Избора на напорен рейтинг за тръбите от полиетилен за задачите на водоснабдяването и канализацията.



### **За TEPPFA**

TEPPFA е основана през 1991 г. в Брюксел и е търговска асоциация на производителите на пластмасови тръби и фитинги в Европа. Чрез преки членове и национални асоциации, ние представляваме повече от 400 производители на пластмасови тръбни системи и също така имаме като членове производители на смоли. Повече информация: [www.teppfa.eu](http://www.teppfa.eu).

### **За PE100+**

Основана през 1999 г., асоциацията PE100 + е индустриална организация от 12 производители на полиетилен (PE) (статус 2019). Тяхната цел е да популяризират готови оцветени вече суровини от PE80 и PE100 с постоянно качество на най-високо ниво за производство на полиетиленови тръби под налягане и да се фокусира върху осигуряване на подкрепа за крайните потребители, като по този начин се повишава доверието в PE тръбопроводните системи. Асоциацията PE100 + издава "PE100 + списък с качествени материали", проверен чрез редовни изпитвания на избрани критични свойства на материалите за PE100 от трети страни. Повече информация: [www.pe100plus.com](http://www.pe100plus.com)