

**ЧАСТЬ 2**

# ПОВЕДЕНИЕ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ ЗЕМЛЕ- ТРЯСЕНИИ

Юрий Хрустов, Евгений Бутринов, Владислав Коврига

Мы продолжаем информировать читателей журнала «Полимерные трубы» о нормативных документах, излагающих требования к полимерным трубопроводам, прокладываемым в зонах с повышенной сейсмичностью.

Устойчивость полимерных трубопроводов к сейсмическим воздействиям подтверждается как ана-

лизом разрушений при землетрясениях, так и расчетами [1]. В статье [2] были проведены расчеты полиэтиленового трубопровода при землетрясениях по нормативным документам, разработанным в Индии [3].

В настоящей статье излагаются основные положения руководящих технических материалов РТМ ООО

«Группа ПОЛИПЛАСТИК» ПО 4-2008 «Принципы расчета трубопроводных систем и соединительных деталей из полиэтилена для применения на сейсмоактивных территориях». Эти РТМ были разработаны на основе стандарта BS EN 1998-4:2006 EUROCODE 8 «Проектирование сейсмостойких строительных конструкций – Часть 4: Бункеры, резервуары и трубопроводы» [4].

Указанный стандарт подготовлен Техническим Комитетом CEN/TC 250 «Строительные Еврокоды» и в странах ЕЭС имеет статус Национального стандарта. В нем рассматриваются вопросы проектирования, расчета параметров и конструктивных особенностей зданий и сооружений, находящихся в сейсмоопасной зоне.

Стандарт BS EN 1998-4:2006 EUROCODE 8 определяет принципы и прикладные правила для проектирования надземных и подземных трубопроводных систем, возводимых в сейсмоопасных районах, без ограничений их размеров, структурных типов и других функциональных особенностей, а также формулирует дополнительные требования к этим сооружениям. Под действие данного стандарта не попадают сооружения специального назначения, такие как атомные электростанции, плотины и т.п. – для них он дает только общие принципы, но не детализированные прикладные правила.

Если сейсмическая защита надземных трубопроводов осуществлена через демпфирующие устройства между трубопроводом и его опорами (особенно в т.н. «мертвых» опорах), необходимо руководствоваться Европейским Стандартом BS EN 1998-2:2005 EUROCODE 8 «Проектирование сейсмостойких строительных конструкций. – Мосты» [5].

Трубопроводы могут отличаться по таким основным характеристикам, как:

- природа и степень потенциальной опасности;
- функциональные требования в течение и после землетрясения;
- условия окружающей среды.

Окончательное предельное состояние, для которого должна быть проверена система, определено в Стандарте [4], как соответствующее структурному разрушению. При некоторых обстоятельствах частичное восстановление эксплуатационной функциональной способности системы, потерявшей качество окончательного предельного состояния, может быть возможным после приемлемого ремонта.

Для элементов трубопроводной сети, полное разрушение которых повлекло бы за собой серьезные последствия, окончательное предельное состояние определено как состояние до структурного разрушения, которое исключило бы хрупкие разрушения. Когда повреждения вышеупомянутых элементов не влекут за собой серьезных последствий, окончательное предельное состояние может быть определено как соответствующее полному структурному разрушению.

Проектное сейсмическое воздействие ( $A_{Ed}$ ) может быть выражено через:

а) базовое сейсмическое воздействие ( $A_{EK}$ ), которое зависит от справочной вероятности возможного превышения сейсмической интенсивности ( $P_{NCR}$ ) в течение 50 лет или справочного периода повторяемости землетрясений ( $T_{NCR}$ );

б) фактором важности трубопроводной сети ( $\gamma_i$ ).

Проектное сейсмическое воздействие может быть найдено по формуле:

$$A_{Ed} = \gamma_i A_{EK} \quad (1)$$

В зависимости от особенностей и назначения трубопроводной системы в Стандарте [4] приводится такое понятие, как состояние ограниченного повреждения трубопроводной системы.

Это состояние должно удовлетворять следующим требованиям:

- целостность;
- минимальный операционный уровень.

Чтобы удовлетворить требованию целостности, трубопроводная система должна оставаться полностью пригодной к эксплуатации при соответствующем сейсмическом воздействии.

Чтобы удовлетворить требованию минимального операционного уровня, степень и количество повреждений трубопроводной системы и ее компонентов должны быть ограничены в такой степени, чтобы после того, как операции для проверки повреждения и контроля были выполнены, она могла быть восстановлена до определенного уровня работоспособности.

Сейсмическое воздействие, для которого не может быть превышено это предельное состояние, должно иметь ежегодную вероятность возможного превышения интенсивности землетрясения, значение которого должно быть установлено, основываясь на:

- последствиях потери функциональности и/или утечки содержимого;
- потерях, связанных со снижением производительности системы и необходимым ремонтом.

Сейсмическое воздействие, для которого не может быть превышено состояние ограниченного повреждения, должно иметь вероятность возможного превышения интенсивности землетрясения ( $P_{DLR}$ ) в течение 10 лет и период повторяемости интенсивности землетрясения ( $T_{DLR}$ ).

Рекомендуемые значения составляют  $P_{DLR}=10\%$  и  $T_{DLR} = 95$  лет.

Необходимая степень сейсмостойкости трубопроводных сетей определяется исходя из тяжести последствий в случае их разрушения в результате землетрясения – величины возможного экономического ущерба и количества подвергающихся опасности людей.

Стандарт [4] вводит четыре класса важности трубопроводных систем в зависимости от степени опасности, возникающей при их разрушении.

К классу I относятся трубопроводы, разрушение которых не представляет большой опасности для

жизни людей, а экономические и социальные последствия разрушения являются незначительными.

Трубопроводы, разрушение которых представляет среднюю опасность для жизни людей и повлечет локальные экономические или социальные последствия, принадлежат к Классу II.

Разрушение трубопроводов Класса III представляет высокую степень опасности для жизни людей и ведет к серьезным экономическим и социальным последствиям.

Трубопроводы Класса IV при разрушении представляют исключительную опасность для жизни людей и становятся причиной чрезвычайных экономических и социальных последствий.

Трубопроводная система большой протяженности обычно пересекает области с разными инженерно-геологическими условиями и уровнями сейсмической опасности. Кроме того, сама трубопроводная система неоднородна – она включает в себя, помимо линейных участков, ответвления, задвижки, резервуары и т.п. Соответственно, разные участки системы будут иметь разные классы важности и должны проектироваться с разной степенью надежности.

Проблемы прокладки трубопроводов в сейсмически активных зонах затрагивались в п.16.4 СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети», запрещавшем прокладку неметаллических трубопроводов. Поскольку этот пункт относится к неметаллическим трубопроводам

из хрупких материалов, ниже публикуется письмо разработчика СНиП 41-02-2003 Л.А.Тутыхина, институт ОАО «ВНИПИЭнергопром», разъясняющее указанное положение и рекомендуемое использование труб из сшитого полиэтилена типа ИЗОПРОФЛЕКС в тепловых сетях на сейсмоактивных территориях.

#### Литература

1. Коврига В.В. Полиэтиленовые трубы выдерживают землетрясение. – Полимерные трубы, №3, 2006.
2. Ю. Хрустов, Е. Бутринов, В. Коврига (2008), Поведение полиэтиленового трубопровода при землетрясении: методы расчета. – Полимерные трубы, №3, 2008.
3. Dash, S.R. and Jain S.K. IITK-GSDMA Guidelines for seismic design of buried pipelines: provisions with commentary and explanatory examples. – National Information Center of Earthquake Engineering, Kanpur, India, 2007.
4. BS EN 1998-4:2006 EUROCODE 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 4: Silos, tanks and pipelines. European Committee for Standard.
5. BS EN 1998-2:2005 EUROCODE 8. Design of structures for earthquake resistance. – Part 2: Bridges. European Committee for Standard.

**КОРСИС ПЛЮС**

Производитель и поставщик:  
 "Группа ПОЛИПЛАСТИК"  
 119530, г. Москва,  
 ул. Генерала Дорохова,  
 14, стр.1

Тел.: (495) 745-6857  
 (495) 510-1005  
 Факс: (495) 446-0200

sts@polyplast.ru  
 www.polyplast.ru

**ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ**

**ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЕ ПРОФИЛИРОВАННЫЕ ТРУБЫ  
 Ø 1400-2000мм**