

9 БАЛЛОВ — ЭТО НЕ ПРЕДЕЛ

Дмитрий Семин



Полиэтиленовые трубы в настоящее время широко применяются при сооружении водопроводных и канализационных систем, а также при газификации урбанизированных территорий. Их очевидные преимущества перед трубами из других материалов не ограничиваются высочайшей коррозионной стойкостью. В частности, их гибкость в сочетании с высокой прочностью делает их особенно привлекательными при строительстве трубопроводов в сейсмоопасных районах. Подобный опыт уже накоплен в США и Японии, где проводился анализ состояния трубопроводов из различных материалов в городах, пострадавших от землетрясений.

Интересные работы, содержащие анализ последствий землетрясений и их влияние на эксплуатационные параметры пластмассовых труб, были представлены на X конференции «Пластмассовые трубы» (1998, Гётеборг, Швеция) и в журнале Pipeline & Gas Journal (июль 1990, США). Авторами была подтверждена их высокая сейсмостойкость, которая выразилась в почти полном отсутствии повреждений и сох-

ранении герметичности труб и их соединений при сильных землетрясениях.

В России исследования в этой области почти не проводились. Работа пластмассовых труб и их соединений изучалась в основном при статических нагрузках.

В современных нормах очевидны пробелы по регулированию вопроса применения полиэтиленовых труб в сейсмоопасных районах РФ. Отсутствуют чёткие ограничения по надёжности данной продукции при воздействии высоких сейсмических нагрузок. В то же время, обозначить параметры ранжирования предельных состояний такой конструкции совершенно необходимо.

В связи с этим ЗАО «Пласт Профиль» поставило перед собой цель более детально изучить поведение полиэтиленовых труб и их соединений при динамических нагрузках высокого уровня путем экспериментальных исследований.

В период с 8 августа по 30 ноября 2007 года в Лаборатории сейсмостойкости сооружений ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко ФГУП НИЦ «Строительство» проводились испытания системы трубопроводов по специальной программе на модели из полиэтиленовых труб (ПЭ 80, ПЭ 100), фасонных частей к ним и узлов соединений, установленных на специально подготовленном вибростенде и виброплатформе ВП-100.

25 декабря 2007 года ЗАО «Пласт Профиль» получило отчёт от ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко по результатам лабораторных динамических испытаний модели трубопровода из полиэтилена. В результате анализа были получены выводы о принципиальной работе системы трубопроводов при динамических нагрузках высокой интенсивности.

Испытания были проведены при рабочем давлении в трубопроводе (1 МПа) в широком диапазоне частот – от 2 до 15 с⁻¹. При этом достигались максимальные ускорения от 400 до 600 см/с². Нагружение фрагмента осуществлялось этапами длительностью не менее 15 секунд. В процессе испытаний определялись амплитуды вынужденных колебаний фрагмента, фиксировались момент наступления резонанса и признаки деформирования отдельных узлов соединений.

На основании анализа данных были сделаны следующие выводы:

1. Динамические воздействия на фрагмент трубопроводов выполнены в широком диапазоне частот и при высоких ускорениях, достигающих 600 см/с^2 . При этом в отдельных узлах соединений трубопроводов зафиксированы максимальные амплитуды вынужденных колебаний до 18 мм.
2. Специфика работы трубопроводной системы, заполненной жидкостью под давлением, заключается в том, что наступление резонанса происходит при частотах, в 2-4 раза отличающихся от частоты собственных колебаний системы.
3. В результате испытаний подтверждены высокие прочностные показатели полиэтиленовых труб и их соединений, которые характеризуются отсутствием протечек, нарушений целостности и сохранением их герметичности, вплоть до окончания всего комплекса исследований. Потенциально, наиболее уязвимыми с точки зрения изучаемых процессов являются соединения полиэтиленовых труб с задвижками. Однако это относится не к сварным соединениям труб и фасонных частей, а непосредственно к задвижкам как составляющим элементам трубопроводов.
4. Полученные результаты испытаний подтвердили данные о характере деформирования системы трубопроводов при динамических нагрузках высокого уровня. Подтверждено, что работа магистрального трубопровода из полиэтилена существенно зависит от таких факторов, как схема и принципы решения его узлов соединений, характер внешнего воздействия (направление, уровень и пр.), а также от технического состояния (прочности, герметичности) основных элементов – труб, фасонных частей к ним и мест соединений.

Дополнительно на заключительном этапе были проведены испытания фрагментов:

– при ускорениях 100, 200 и 400 см/с^2 , с максимальной амплитудой при минимальной частоте вынужденных колебаний и с минимальной амплитудой при максимальной частоте длительностью 120 секунд;

– при высокочастотном нагружении модели трубопровода на максимальной частоте ω с минимальной амплитудой A при $\omega_{\text{рез}} \cdot A = 100 \text{ см/с}^2 = \text{const}$, длительностью нагружения 120 с, без учёта времени начального переходного режима;

– при низкочастотном нагружении модели трубопровода на минимальной частоте ω с минимальной амплитудой A при $\omega_{\text{рез}} \cdot A = 100 \text{ см/с}^2$, длительностью нагружения 120 с, без учёта времени начального переходного режима;

– при резонансном нагружении трубопровода при $\omega_{\text{рез}} \cdot A = 100 \text{ см/с}^2$, длительностью нагружения 240 с;

Принятые значения длительности колебаний в 4-10 раз превышают аналогичные значения для реальных записей сильных землетрясений.



На основании полученных в результате испытаний данных и их анализа можно сделать вывод о том, что рассмотренные в настоящей работе полиэтиленовые трубы производства ЗАО «Пласт Профиль», фасонные части к ним и их соединения могут быть рекомендованы к применению для устройства трубопроводов среднего и низкого давления в сейсмических районах Российской Федерации на площадках до 9 баллов по шкале MSK-64.

Состояние нормативного обеспечения производства и применения полимерных труб

Возраст существующих строительных норм и правил (СНиП) составляет от 3-х до 27 лет. Они не учитывают изменения характера строительства, появления новых материалов и оборудования, строительных и эксплуатационных технологий. В наименьшей степени разработанные СНиПы рассчитаны на применение труб из полимерных материалов. Как следствие, большая часть научной работы перекладывается на производителей и на строительные организации. К сожалению, создать единый нормативный документ очень сложно – следует учитывать, что значительная часть материалов, приборов и оборудования поступает на внутренний рынок из-за рубежа, где строительные нормы отличаются от российских.

Параллельно с испытаниями модели трубопровода из полиэтиленовых труб на сейсмоустойчивость, ЗАО «Пласт Профиль», по многочисленным просьбам проектных бюро и строительных организаций, совместно с Российским Союзом проектировщиков разработало материалы для проектирования конструкций напорных трубопроводов для холодного водоснабжения из НПВХ, а также конструкций безнапорных трубопроводов хозяйственно-бытовой и дождевой канализации с применением труб из НПВХ производства ЗАО «Пласт Профиль». Объектом разработки стали вопросы проектирования, монтажа, укладки, гидравлических испытаний, способа ремонта, транспортировки, хранения, химической стойкости труб, фитингов, соединения и крепления трубопроводов, таблиц гидравлического расчёта, глубин заложения. Данный документ был одобрен научно-техническим советом Союза проектировщиков России и рекомендован к применению Российским Союзом строителей.