

## К ВОПРОСУ О ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ НА ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ГАЗОПРОВОДАХ В СЕТЯХ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Назарова М.Н., Давыденко М.И., Ярославова Ю.Э.  
Научный руководитель: доцент, к.т.н. Назарова М.Н.  
Санкт-Петербургский горный университет,  
Россия, 199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия д.2  
E-mail: [mishelloooh@yandex.ru](mailto:mishelloooh@yandex.ru)

Основное направление развития газовой отрасли – применение инновационных материалов в строительстве газотранспортных сетей газораспределения и газопотребления, таких как полиэтилен (ПЭ) при изготовлении труб в системе транспорта газа. В настоящее время остро встает вопрос о достоверном и качественном состоянии материала ПЭ труб в процессе эксплуатации.

Цель исследования – проведение анализа статистических данных возникновения различных дефектов в процессе эксплуатации полиэтиленовых газопроводов в условиях их подземной прокладки, а также ранжирования их по степени опасности.

Основными признаками, показывающими слабые места газопровода при его эксплуатации, являются дефекты и повреждения, обнаруживаемые на внутренней и внешней стороне трубы. В первую очередь рассмотрим дефекты геометрии стенки ПЭ труб - вмятина, гофр, овальность.

Как правило, основной причиной возникновения вмятин на поверхности трубы является контакт объекта с внешним телом твердой основы без острых углов и кромок. Воздействие может быть как динамическим, так и статическим. В результате возникновения вмятины на поверхности трубы в зоне повреждения не образуются высокие напряжения, однако искривление поля напряжения происходит. Происходит образование остаточных изгибных (по толщине стенки трубы) пластических деформаций, возникающих как в продольном, так и в поперечном сечениях вмятины и имеющих максимальные значения в поперечном направлении. Как правило, в процессе эксплуатации вмятины образуются на нижней поверхности трубопровода. В случае полиэтиленовых газопроводов вероятность возникновения вмятин достаточно велика, ввиду прокладки ниток трубопроводов подземным образом и геологической активности грунта, в результате чего возникает контакт нижней поверхности трубы с подстилающим горизонтом пород. Кроме того, достаточно велика возможность возникновения вмятин на верхней поверхности в результате потери прочности материала трубопровода под действием статической нагрузки от веса вышележащего грунта [2]. Гофры представляют собой складки поверхности газопровода, где причина возникновения гофр – холодный изгиб труб, формирующийся в процессе эксплуатации в местах изгиба газовой трассы. Исходя из свойств материала ПЭ труб, вероятность возникновения гофр на полиэтиленовых газопроводах больше чем на стальных, что объясняется меньшей устойчивостью стенки ПЭ трубы к пластическим деформациям при воздействии грунтов. Овальность трубопровода возникает в результате механического изменения сечения трубы за счет радиального давления на поверхность объекта.

Дефекты геометрии стенки ПЭ трубы в основном вызываются либо воздействием грунта на газопровод, либо условиями подземной прокладки в неустойчивых грунтах. Наличие такого рода дефектов значительно увеличивает возможность развития более серьезных дефектов трубопровода, появление трещин с последующим разрушением. Однако, существует также вероятность возникновения дефектов механического воздействия таких как линейно-протяженных дефектов, характеризующихся значительной протяженностью – царапины, задиры [3], что вызывает возникновение значительного искривления поля напряжений в сечении трубопровода, с образованием концентрации напряжений в месте наличия дефекта.

Следующим распространенным видом дефектов ПЭ труб являются осевые отклонения, например, всплывшие участки трубопроводов.

На основании данных о зарегистрированных дефектах из информационных бюллетеней [4] была построена гистограмма распределения количества зарегистрированных дефектов по годам. Также была построена линия тренда, описывающая изменения количества зарегистрированных дефектов на рис. 1.



Рис. 1. Гистограмма распределения числа зарегистрированных дефектов по годам

По углу наклона линии тренда можно судить об отрицательной тенденции возникновения дефектов на полиэтиленовых газопроводах, а коэффициент корреляции равный 0,8 говорит о достоверности полученной линии тренда для описания изменения количества возникающих дефектов при эксплуатации полиэтиленовых газопроводов.

На основании анализа статистических данных была построена диаграмма соотношения (%) эксплуатационных дефектов разного типа, возникающих на ПЭ газопроводах рис. 2.

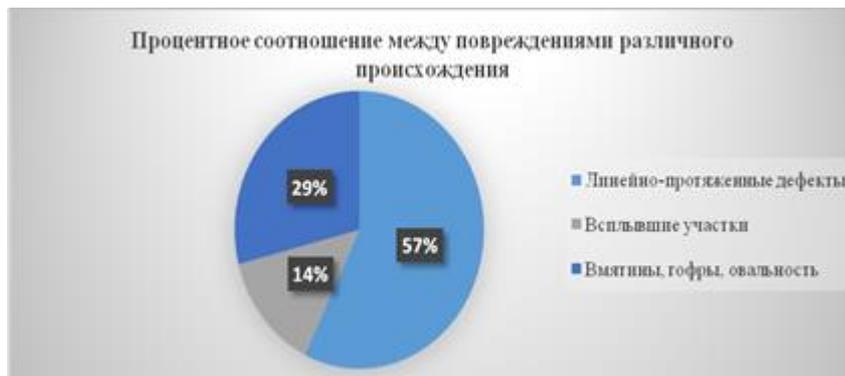


Рис. 2. Круговая диаграмма соотношения различных эксплуатационных дефектов

Согласно графику наибольший процент эксплуатационных дефектов относится к категории линейно-протяженных дефектов. Наличие таких дефектов значительно влияет на напряженно-деформированное состояние газопровода в процессе эксплуатации, что впоследствии может спровоцировать аварийное разрушение. Следующим по ранжированию является дефект геометрии стенки ПЭ трубы (29%) - для рассмотренного периода % дефектов геометрии от общего числа обнаруженных эксплуатационных дефектов лежит в промежутке от 14 до 50%. Как было сказано ранее, они не оказывают существенного влияния на поле напряжений в сечении трубопровода, однако ведет за собой возникновение необратимых пластических деформаций, которые в свою очередь ведут к потере прочности и устойчивости материала, и как следствие, также к разрушению газопровода.

Таким образом на основании собранной информации можно сделать вывод о том, что наиболее вероятным видом эксплуатационных дефектов является линейно-протяженные дефекты (царапины и задиры), оказывающие значительное влияние на поле напряжений трубопровода и влияющие на его безопасную эксплуатацию.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ПАО «Газпром»: «Инструкция по оценке дефектов труб и соединительных деталей при ремонте и диагностировании магистральных газопроводов».
2. СП 42-103-2003 Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов.
3. СТО 45167708-01-2007 Проектирование и строительство полиэтиленовых газопроводов давлением до 1,2 МПа и реконструкция изношенных газопроводов.
4. Интернет ресурс - <https://ib.safety.ru> («Архив информационных бюллетеней»).