

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

Долгий Б.И. (студент, гр. ТМ-31)

*Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого
г. Гомель, Республика Беларусь*

Актуальность. Оценка остаточной прочности магистральных трубопроводов после продолжительной эксплуатации представляет собой чрезвычайно актуальную задачу, от решения которой зависят изменения режимных параметров работы, оптимальный график замены труб, выработавших свой ресурс, и связанная с этим экологическая безопасность окружающей среды. Эффективное решение задач диагностики и оценки остаточного ресурса эксплуатации трубопроводов позволяет вовремя оценить критическую ситуацию и вовремя принять необходимые меры для ее предотвращения [1].

Цель работы – проанализировать современные методы исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) трубопроводов, выявить их положительные и отрицательные стороны.

Анализ полученных результатов. Одними из важнейших являются показатели долговечности и надежности линейной части трубопроводов, которые включают в себя изменение прочностных характеристик металла в процессе эксплуатации, связанные с изменением структурных параметров металла труб, изменением толщины стенки и допустимого давления вследствие коррозионных повреждений. В этом случае прогнозирование остаточного ресурса трубопровода осуществляется с учетом двух показателей: интенсивности коррозионных процессов и ресурса по минимальной прочности трубы и по определению времени эксплуатации металла трубы по малоцикловым нагрузкам [2].

Методы механики разрушения широко используются для оценки безопасности ответственных конструкций. Чаще всего используются численные методы решения задач, различные версии метода конечных элементов и реже изучаются натурные конструкции.

Каминский А.А. предлагает модель предельного вязкого состояния трубы с осевой трещиной при нагружении внутренним давлением. При этом предельная пластическая область ищется в виде прямоугольника с заранее неизвестными границами. Лежнев А.А. обосновывает возможность оценки величины разрушающего давления в трубопроводах, содержащих осевую трещину, используя диаграмму разрушения.

Недостатки этих методик – при анализе дефектов не учитывается специфика геометрии поверхности дефектов и расположения их на поверхности трубопровода. В их основу не заложена реальная физическая модель поведения материала в зоне дефекта. В силу своей приближенности методики дают заниженную оценку прочности и не позволяют оценить

реальную опасность дефектов.

На практике для задач со сложной геометрией и условиями нагружения чаще всего применяются различные численные методы, к числу которых относятся метод конечных элементов (МКЭ), метод конечных разностей (МКР), метод граничных элементов (МГЭ) и др.

В соответствии с процедурой МКЭ рассматриваемую область разбивают на конечные элементы, форма которых допускает простое параметрическое описание. МКР основан на замене дифференциальных уравнений соответствующими уравнениями в конечных разностях. МГЭ базируется на составлении и численном решении граничных интегральных уравнений. Он успешно применяется в качестве универсального численного метода для решения задач теории упругости и механики трещин. С его помощью можно решать задачи с использованием дискретизации только границы области, в то время как МКЭ и МКР этого не позволяют. Также при расчетах используются метод потенциалов, который часто применяется при решении трехмерных задач, и метод граничных коллокаций (МГК), который позволяет вместо дифференциальных уравнений использовать систему линейных алгебраических уравнений. МГК значительно упрощает решение задачи, однако область его применения ограничена [2].

Несмотря на высокую эффективность современных численных методов, экспериментальные методы: электротензометрический, поляризационно-оптический, проникающих излучений, муаровых полос и делительных сеток, оптически чувствительных покрытий и др., широко используются при решении задач прочности ослабленных элементов конструкций.

Заключение. Теоретически обоснованная методика оценки должна базироваться на численном анализе НДС в зоне дефектов и критерии прочности, пригодным для описания процесса разрушения в зоне потери металла с любой конфигурацией поверхности. Наряду с необходимостью дальнейшего развития системы технического диагностирования трубопроводов, позволяющей оценивать НДС и степень повреждения металла труб с течением времени, требует решения ряд задач, связанных с ремонтом дефектных участков и гарантии долговечности.

Благодарность. *Выражаю признательность и благодарность научному руководителю Акуловой Е.М., старшему преподавателю, за консультацию и помощь при проведении данного исследования.*

Литература

1 Невзорова, А. Б. Значение гидравлического моделирования для устойчивой работы сетей водоснабжения / А. Б. Невзорова, В. В. Невзоров // Водоснабжение, химия и прикладная экология : материалы Международной научно-практической конференции, Гомель, 22 марта 2023 года. – Гомель : БелГУТ, 2023. – С. 79–82.

2. Капанский А. А. Современные стратегии использования искусственного интеллекта для предотвращения аварий в технических системах ресурсоснабжения // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2024. – Т. 16. – №. 1 (61). – С. 38-51.