

**СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА В УСЛОВИЯХ  
ДЕФОРМАЦИОННОГО СТАРЕНИЯ**

УДК 669.162.214.22

**Гевлич С.О.**

*Технический директор ООО «Экспертиза»,  
кандидат технических наук*

**Витошнова О.Н.**

*Инженер ООО «Экспертиза»*

При проведении технического диагностирования технических устройств дефектоскописты используют все современные методы неразрушающего контроля. Следует отметить, что эти измерения имеют цель определить критерии перехода в предельное состояние и выполнить расчеты остаточного ресурса по этим выбранным критериям.

Таков общий алгоритм решения задачи оценки остаточного ресурса технического устройства на опасном производственном объекте [1].

Рассмотрим один частный вопрос технического диагностирования – газопроводы природного газа низкого давления, питающего большинство газопотребляющих устройств машиностроения, металлургии, химии, теплоэнергетики.

Практика диагностирования показывает, что при правильной прокладке с соблюдением требований ПБ 12–529–03 и ПБ 11–411–01 коррозионный износ наружной поверхности отсутствует. Фиксируемые утонения могут быть связаны с локальным воздействием влаги с крыш, коррозией в заделке перекрытий и т.п. Поэтому при расчетах остаточного ресурса по критерию недопустимого коррозионного утонения стенки получаются завышенные значения. Не следует ожидать и коррозии изнутри, так как газ поставляется осушенным.

Выявляемые при толщинометрии отклонения от средней толщины связаны, как правило, с допусками на толщину, предусмотренными соответствующими стандартами и техническими условиями.

Одним из возможных механизмов перехода в предельное состояние может быть деградация механических свойств металла (стали) в результате силового воздействия, например, давления, деформационных дефектов и т.п.[2]. Типичным проявлением деградации является деформационное старение (ДС), которое сопровождается снижением вязкости разрушения стали, повышением температуры вязко-хрупкого перехода. При этом имеет место заметное повышение прочностных характеристик: предела текучести и предела прочности.

Оценки охрупчивания в результате ДС проводятся на основании результатов испытаний на ударный изгиб или трещиностойкость, определения фрактографическим путем значения  $T_{50}$ . Однако возможности

разрушающих испытаний в процессе экспертизы, как правило, ограничены. В этой связи перспективными представляются косвенные методы оценки ДС. Таким методом может быть измерение твердости [3]. Следует сразу же отметить, что само по себе измерение твердости не является кинетической характеристикой, а для ресурсных оценок как раз важны временные зависимости изменения твердости. В работах [4 и 5] предложены такие зависимости для малоуглеродистых и кремнемарганцевых сталей. Воспользуемся этими данными и сравним получаемые расчетные результаты.

Рассмотрим рабочий пример.

Газопровод выполнен из трубы  $D = 219$  мм,  $S = 5$  мм, Сталь 20.

Давление  $P = 0,060$  МПа, средняя температура эксплуатации  $T = 10^\circ\text{C}$ .

Измеренная средняя твердость по Бринеллю 126 НВ.

Измеренная средняя твердость по Лейбу 290 НЛ.

Содержание углерода и марганца выбираем максимальным по ГОСТ 8731-74.

Алгоритмы расчета приведены в [4 и 5]. Отметим основные этапы. Во-первых, по полученным числам твердости НВ и НЛ определяются основные механические свойства стали  $\sigma_{0,2}$ ,  $\sigma_b$ . Для этого использованы зависимости, приведенные в работе М.С. Дрозда [3] и приложения К РД 12-411-01. Во-вторых, в методике [4] старение учитывается коэффициентом снижения прочности, зависящим от легирования стали углеродом и марганцем. В РД 12-411-01 старение учитывается эмпирическими коэффициентами  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $e$ , приведенными в таблице 3 документа, применительно к малоуглеродистым сталям. В-третьих, ресурс по [4] получается путем решения обычного линейного уравнения, в то время как в [5] приходится применять графоаналитический метод решения системы уравнений линейного и полиномиального.

Возвращаясь к выбранной модели отметим, что в соответствии с этими алгоритмами остаточный ресурс по РД 12-411-01 получен равным 44 годам, а по методике [4] он (ресурс) составляет 8 лет.

Таким образом, при сравнении двух методов определения остаточного ресурса на основании данных замера твердости предпочтение следует отдать методу, описанному в [4].

### Библиографический список

1. Методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определению остаточного срока службы сосудов и аппаратов (РД. 03-421-01). Серия 3. Выпуск 17 / Колл. Авт. – М.: ГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2003. – 152 с.
2. Горицкий В.М. Диагностика металлов. – М.: Металлургиздат, 2004. – 402 с.

3. Дрозд М.С. Определение механических свойств металла без разрушения. – М.: Металлургия, 1965. - 172 с.
4. Гевлич С.О., Полонский Я.А. Расчет остаточного ресурса статически нагруженных конструкций в условиях эксплуатационного старения // Безопасность труда в промышленности. 2009, № 3. С. 51-53.
5. РД 12-411-01. Инструкция по диагностированию технического состояния подземных стальных газопроводов. Серия 12. Выпуск 3 / Колл. авт. – М.: Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно–технический центр по безопасности Госгортехнадзора России». 2004. – 104 с.