сообществом позволит повысить качество подготовки выпускаемых специалистов в целом.

1. Обзор современных систем автоматизированного проектирования [Электронные данные] / Электронный ресурс – режим доступа: <http://bourabai.ru/graphics/dir.htm>
2. Самополив огорода или капельное орошение (ОТКУДА И КАК ПОЯВИЛАСЬ СИСТЕМА КАПЕЛЬНОГО ПОЛИВА) [Электронные данные] / Электронный ресурс – режим доступа: <http://технология.com.ua/samopoliv-ogoroda-ili-kapelnoe-oroshenie->
3. КОМПАС-3D – инструмент создателя [Электронные данные] / Электронный ресурс – режим доступа: <http://kompas.ru/>
4. Комплексный инженерный анализ конструкций и деталей машин [Электронные данные] / Электронный ресурс – режим доступа: <http://apm.ru/>
5. Система автоматизированного проектирования технологических процессов ВЕРТИКАЛЬ [Электронные данные] / Электронный ресурс – режим доступа: <http://machinery.ascon.ru/software/tasks>
6. Проект ГеММа-3D [Электронные данные] / Электронный ресурс – режим доступа: <http://www.gemma.ru>
7. Колягина О.В. Комплексное использование САПР в инженерном образовании / Первая международная научно-методическая конференция "Применение программных продуктов КОМПАС в высшем образовании". Сборник трудов. – Тула: Изд-во Гриф и Ко, 2005. – С.3- 4. [Электронные данные] / Электронный ресурс – режим доступа: <http://www.ict.edu.ru/ft/005030/kompas.pdf>
8. Какие трубы выбрать для организации полива огорода — советы по выбору от мастеров [Электронные данные] / Электронный ресурс – режим доступа: <http://aqua-rmnt.com/santehnika/snaruzhj/truby-dlya-poliva-ogoroda.html>

Бурнашев А.В.

Оценка предельного состояния материала магистральных газопроводов

*Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова
(Россия, Якутск)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2018-06

idsp: sciencerussia-10-12-2018-06

Аннотация

Предложена методика оценки предельного состояния материала магистрального газопровода после длительной эксплуатации. Методика основана на связи акустических и механических параметров, построении их корреляционной зависимости. Получены предельные значения исследованных характеристик, при которых эксплуатация конструкции становится опасной.

Ключевые слова: ударная вязкость, скорость звука, предельное состояние, длительная эксплуатация, магистральный газопровод.

Введение

На территории Якутии с 70-х гг. эксплуатируется магистральный газопровод Матах–Берге–Якутск, обеспечивающий г. Якутск и близлежащие районы природным газом. Газопровод выполнен подземно-надземным способом, с множеством переходов через ручьи. За время эксплуатации около 50 лет произошло множество аварий разного вида. Из многочисленных наблюдений отказов и аварий сложных технических систем на Севере, известно, что при длительной эксплуатации, значительно ухудшаются механические свойства сталей, снижается пластичность, падает значение ударной вязкости, трещиностойкости [3-9]. Материал теряет сопротивляемость к хрупкому разрушению, важного параметра, для обеспечения прочности и надежности конструкций эксплуатирующихся при низких температурах.

В связи с этим особенную актуальность приобретает проблема оценки предельного состояния металла труб для принятия решения о продлении срока эксплуатации, проведении частичного или капитального ремонта или же о прекращении эксплуатации.

К оценке деградации физико-механических свойств сталей длительно эксплуатируемых магистральных газопроводов в последнее время уделяется много времени. В результатах работ многих авторов, показано, что стандартные механические свойства трубных сталей остаются в рамках допустимых значений даже после весьма длительных сроков эксплуатации с одновременным снижением параметров сопротивления хрупкому разрушению. Поэтому для оценки деградации свойств трубопроводных сталей необходимо выбрать показатели, обеспечивающие наибольшую чувствительность к эксплуатационному изменению состояния металла.

Известно, что скорость распространения звука в сталях и ударная вязкость зависят от их структуры и свойств. В этой связи, эти параметры можно применять как одни из информативных характеристик для оценки изменений структуры в процессе длительной эксплуатации.

Выбор материала для проведения исследований скорости звука имеет одно из важнейших значений, от которого зависит подлинность и достоверность результатов измерений. Большую роль играет вид прокатки сталей. До 1970-х годов при строительстве магистральных газопроводов использовались горячекатаные и нормализованные стали. Из-за анизотропии свойств структуры стали разного вида проката, распространение звуковых волн и их поглощение зернами, межзеренными границами, а также из-за влияния внутренних микронапряжений будет иметь существенное отличие, которое, вследствие чего, создает трудности в обнаружении различных эффектов.

Материалы и методика эксперимента.

Скорость звука измеряли с помощью автоциркуляционного прибора для измерения скорости акустических волн «ИСАВ-1» производства Ижевского государственного технического университета. Данный прибор позволяет измерять скорости поверхностных волн с погрешностью до 0,01%. Датчики раздельного типа, излучатель и приемник закреплены в одну базу с постоянным расстоянием 70,3 мм, частота ультразвука ~2,5 МГц. Подробные характеристики и принцип работы данного прибора были рассмотрены в работе [2]. Измерения проводились на сегментах труб, исследуемого газопровода, по всей поверхности.

В целях избегания не достоверных результатов, во всех экспериментах нами использовались образцы из труб одного производителя и одного типа прокатки. Это нормализованная сталь марки 09Г2С, производства Ждановского металлургического завода им. Ильича в различных ее состояниях: аварийный запас, после эксплуатации 50 лет, после эксплуатации 50 лет с дополнительным термомодеформационным старением. Термомодеформационное старение проводили с целью получения набора структурных состояний с разными значениями ударной вязкости и скорости звука для данного материала. Процесс старения представляет собой пластическую деформацию стандартных плоских образцов на $\epsilon=6\%$ и последующий отжиг при температуре 650 °С с охлаждением в печи. Образцы вырезались в виде сегментов размерами 200x250x8мм и шероховатостью не более Rz20. Для случая образцов с термомодеформационным старением, образцы имели размеры соответствующие плоским образцам. Стоит отметить, что из этих же сегментов, позже, были изготовлены образцы на ударный изгиб, результаты которых показывали снижение значений ударной вязкости при протекании деградационных процессов (рис.1) и подробно представлены в работе [1].

Рис. 1. Зависимость ударной вязкости от различных состояний:
1–аварийный запас; 2–после 50 летней эксплуатации;
3–после термдеформационного старения [1].

Основные результаты и их обсуждение.

Исследование скорости звука показало отличие значений скоростей акустических волн от различных состояний. Измерения проводили вдоль образующей трубы, в количестве тридцати измерений на каждый образец. На рис.2 приведена зависимость скорости звука от времени эксплуатации и старения материала. Испытания проведены при температуре +20 0С.

Рис. 2. Зависимость скорости звука от различных состояний:
1–аварийный запас; 2–после 50 летней эксплуатации;
3–после термдеформационного старения.

Как видно из гистограмм, в процессе длительной эксплуатации материала наблюдается уменьшение скорости звука, которое мы связываем со структурными изменениями в результате протекания деградационных процессов.

Анализируя результаты испытаний на ударный изгиб и акустических измерений, естественно предположить, что изменения величин и характеры разрушения связаны с изменениями структуры материала в процессе длительной эксплуатации. Основываясь на экспериментальные результаты и на работы других авторов [2-5], нами построена корреляционная зависимость $KCV(V)$ (Рис. 3).

Рис. 3. Корреляционная зависимость ударной вязкости и скорости звука и их предельные значения

К участкам с высокой ударной вязкостью и скорости звука соответствует структура трубы аварийного запаса, которая имеет равновесную структуру. К участкам с низкими значениями исследуемых величин соответствуют материалы труб после эксплуатации и после дополнительного искусственного термомодеформационного старения. Разницу значений данных величин, мы связываем с анизотропией структуры материала, в результате деградации при длительной эксплуатации и искусственного старения.

Как видно из рисунка, имеет место не только совпадение максимумов, но и достаточно хорошая корреляция кривых. Подобие кривых сводится к линейным зависимостям $КСВ(V)$.

Полученная корреляционная зависимость была применена для оценки предельного состояния материала конструкции. За предельное состояние принимается значение ударной вязкости, которое меньше или равно нормативной величине указанной в технических условиях по изготовлению труб для магистральных газопроводов или в строительных нормах и правилах, а также по визуальному осмотру поверхности разрушения, в случае, когда в образце обнаруживается 100%-й кристаллический излом. Из корреляционной зависимости определяется предельное значение скорости звука, соответствующее предельному значению ударной вязкости.

Заштрихованная область на рисунке 3 соответствует предельным значениям исследуемых параметров, таким образом, при попадании в данную зону значений исследуемых параметров, судят, что материал достиг своего предельного состояния.

Выводы.

1. Исследование скорости звука в сталях МГ показало, что скорость звука является структурно чувствительным параметром, и ее применение целесообразно для оценки структурных изменений материала.

2. Получены предельные значения ударной вязкости и скорости акустических волн, при достижении которых эксплуатация магистральных газопроводов становится опасной.

3. Предложен метод оценки предельного состояния МГ на основе определения значений ударной вязкости магистральных газопроводов, не вырезая образцов, и корреляции полученных значений со скоростью распространения ультразвуковых волн. Применение предлагаемого способа позволяет повысить оперативность сбора информации о конструктивной надежности, снизить трудоемкость

диагностирования остаточного ресурса и значительно снизить материальные затраты на ведение планово-предупредительных ремонтов трубопроводов и других конструкций.

1. Большаков А.М., Бурнашев А.В. Исследование ударной вязкости стали магистрального газопровода после длительной эксплуатации в условиях Крайнего Севера // Деформация и разрушение материалов. 2018. №8. С.43-45.
2. Куликова О.А. Разработка методики ультразвукового контроля ударной вязкости горячекатаной листовой стали. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Томск, 2000. 109 с.
3. Сыромятникова А.С., Алексеев А.А., Левин А.И., Лыглаев А.В., Большаков А.М. Механизмы разрушения полимерного материала при распространении и ветвлении трещин // Деформация и разрушение материалов. 2008. № 2. С. 33-39.
4. Большаков А.М., Андреев Я.М. Характер дефектов и виды отказов резервуаров, работающих в условиях Севера // Газовая промышленность. –2012. –№ 3 (674). –С.90-91.
5. Большаков А.М., Захарова М.И. Определение возможных сценариев возникновения, развития и вероятности реализации аварийных ситуаций на резервуарах для хранения нефти и нефтепродуктов при низких температурах эксплуатации // Проблемы анализа риска. 2012. Т. 9. № 3. С. 22-33.
6. Абросимов Н.В., Акимов В.А., Аладинский В.В., Алешин Н.П., Аронов В.В., Асмолов В.Г., Ахметханов Р.С., Бакиров М.Б., Бармин И.В., Барышов С.Н., Пермяков В.Н., Кузеев И.Р., Беляев И.И., Большаков А.М., Власов С.В., Гаденин М.М., Гражданкин А.И., Драгунов, Ю.Г., Дубинин Е.Ф., Европин С.В. и др. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Управление ресурсом эксплуатации высокорисковых объектов // Тематический блок «Национальная безопасность» / Редактор Махутов Н.А.. Москва, 2015. Том Управление ресурсом эксплуатации высокорисковых объектов.
7. Абрахин С.И., Абросимов Н.В., Агеев А.И., Адушкин В.В., Акимов В.А., Алешин Н.П., Антоновская Г.Н., Артамонов В.С., Асмолов В.Г., Байда С.Е., Баранов В.В., Басанский Е.Г., Белов П.Г., Белолипецкий В.М., Беляев И.И., Берман А.Ф., Большаков А.М., Большов Л.А., Бурдаков Н.И., Бурова В.Н. и др. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Системные исследования чрезвычайных ситуаций // Тематический блок "Национальная безопасность" / Москва, 2015. Том Системные исследования чрезвычайных ситуаций
8. Капитонова Т.А., Слепцов О.И., Лебедев М.П., Стручкова Г.П. Проблемы обеспечения техногенной безопасности РС(Я) // В сборнике: Труды VI Евразийского симпозиума по проблемам прочности материалов и машин для регионов холодного климата EURASTRENCOLD-2013 2013. С. 219-223.
9. Абросимов Н.В., Агеев А.И., Адушкин В.В., Акимов В.А., Аксютин О.Е., Алдошин С.М., Александров А.А., Алешин А.В., Алешин В.А., Алешин Н.П., Асмолов В.Г., Артамонов В.С., Афиногенов Д.А., Ахметханов Р.С., Баландин Д.В., Балуюевский Ю.Н., Баранов В.В., Баришполец В.А., Бармин Н.В., Барышов С.Н. и др. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты // Москва, 2017. Том Сводный том Фундаментальные и прикладные проблемы комплексной безопасности.

Захаров М.А.

**Оценка пригодности древесины сливы и вишни для выдержки
плодовых дистиллятов**

*ВНИИПБиВП - филиал ФГБНУ ФНЦ пищевых систем им В.М. Горбатова РАН
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/sr-10-12-2018-07

idsp: sciencerussia-10-12-2018-07

Аннотация

В данной статье рассматривается пригодность древесины сливы и вишни для выдержки плодовых дистиллятов, для повышения качества дистиллятов и увеличения ассортимента предлагаемой на рынок продукции вкупе с повышением ее конкурентоспособности. По итогам изучения макроструктуры и анатомических особенностей древесины вишни сливы было принято решение, что данная древесина обладает достаточным потенциалом для ее применения для выдержки плодовых дистиллятов.