

результатам натуральных испытаний. Однако последние существенно менее информативны, так как:

1 - позволяют получать данные для оценки работоспособности изделия, к сожалению, лишь после того, как оно изготовлено из вполне определенного сплава и по конкретной технологии, а не на стадии его проектирования и поиска оптимального выбора материала и его технологической обработки;

2 - не могут дать сведения для сравнительной оценки и прогнозирования выносливости металлических материалов в различных состояниях и разных условиях работы, а отражают лишь конкретно и не дифференцированно конструктивные особенности изделия;

3 - являются, как правило, форсированными и обычно неэквивалентно отражают особенности накопления повреждений, свойственных реальным режимам эксплуатации и, к тому же, весьма дорогостоящими.

Кроме того, при жестком требовании снижения металлоемкости машин и технических устройств бывает трудно избежать появления в ответственных деталях усталостных трещин. Однако в некоторых материалах они могут возникнуть сравнительно рано и большую часть своей «жизни» детали вынуждены работать с трещинами. Поэтому для полной оценки их работоспособности желательно располагать не только параметрами циклической долговечности и усталостной прочности, но и максимальной информацией о процессе накопления повреждений на всех этапах усталостного разрушения конструкционных материалов: стадии зарождения трещин, их последующего развития вплоть до полного разрушения. Все это обуславливает необходимость совершенствования методики усталостных испытаний металлических материалов. Сведения же по методическим вопросам исследования процесса разрушения металлических материалов в различных условиях нагружения в литературе весьма разрозненны и не систематизированы. Особенно это актуально для тех случаев, когда прямое наблюдение процесса структурной повреждаемости методически затруднительно, а порой и не возможно, например, в условиях криогенных и повышенных температур или в присутствии коррозионных сред.

Авторами разработана и успешно апробирована на широком классе металлов и сплавов технология комплексного исследования механических свойств и процесса разрушения технологически обработанных металлических материалов в различных условиях нагружения (статического при разных температурах, циклического на воздухе при низких, комнатной и повышенных температурах, а также при комнатной температуре в условиях присутствия коррозионной среды).

МОДИФИКАЦИЯ КРЕМНИЙ ОРГАНИЧЕСКИМИ ДОБАВКАМИ ЭПОКСИДНЫХ КОМПАУНДОВ ДЛЯ РЕМОНТА МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Попельнюк И.В., Огрель Л.Ю.

*Белгородский государственный
технологический университет им. В.Г. Шухова,
Белгород*

Учитывая современное состояние трубопроводов отечественного коммунального комплекса, когда средний износ по стране составляет 60%, а в некоторых регионах достигает 80%, при нехватке средств на ремонт и замену, становятся актуальными методы, позволяющие провести ремонт в сжатые сроки и без существенных финансовых затрат. С этой точки зрения современные технологии бестраншейного ремонта трубопроводов выглядят как наиболее, если не сказать единственно, перспективные.

Бестраншейные технологии позволяют в среднем на 30-50% снизить капитальные затраты в сравнении с традиционными раскопными технологиями и не требуют многих и часто дорогостоящих согласований на проведение ремонтных работ. Также применение таких технологий в среднем на 25-40% сокращает потребление электроэнергии насосно-силовым оборудованием, и за счет использования полимеров и других инертных материалов стабилизирует пропускную способность трубопроводов.

При решении проблемы поиска полимерных композитов, выбирая из довольно широкого ассортимента эпоксидных олигомеров, было решено использовать эпоксидиановую смолу ЭД-22, так как она обладает хорошей адгезией к металлу, высокими прочностными характеристиками, водостойкостью, а модификация кремнийорганическими добавками позволяет управлять многими характеристиками и процессом отверждения. В качестве отвердителя использовали аминный продукт («Полион-П», г. Москва), содержащий также полиуретановый загуститель и уксусный катализатор для увеличения адгезии к металлу.

В зависимости от состава компаунды могут обладать высокой прочностью, пластичностью и химической стойкостью к большинству промышленных агрессивных сред. При этом для компаундов расход полимерных материалов может быть снижен путём добавления воды от 5 до 20% общей массы, что также снижает динамическую вязкость смеси и, соответственно, энергоёмкость процесса смешения.

Таким образом, выбранный состав удовлетворял большей части необходимых характеристик, но внутренние напряжения, возникающие в системе в процессе полимеризации, приводили к короблению и отслаиванию состава от стенок трубопровода.

Для получения компаундов для ремонта и реставрации трубопроводов использовался метод структурной модификации (легирование) полимерной матрицы композиционного материала жидкими модифицирующими кремнийорганическими добавками на основе функциональных кремнийорганических соединений. В качестве модификаторов эффективно использование органосилоксанов и жидких кремний-

органических каучуков. Предварительными исследованиями подтверждена их эффективность как структурных модификаторов и регуляторов характера надмолекулярных образований, так как модификация кремнийорганическими олигомерами влияет на формирование надмолекулярной микроструктуры полимерной матрицы компаунда, что влечет за собой изменение физико-механических свойств готового материала. Введение в систему кремнийорганических каучуков обусловлено тем, что они влияют на формирование макроструктуры отвержденного компаунда, заполняют трещины, поры и другие нарушения структуры, которые возникают из-за внутренних напряжений в системе.

В результате структурной модификации композиционного материала получены составы для ремонта внутренней части магистральных трубопроводов питьевого и хозяйственно-бытового назначения бесшланговой методикой. Основу ремонтного покрытия составляет эпоксидиановая смола и водоаминный отвердитель, модифицированные добавками кремнийорганических соединений. Данное покрытие имеет хорошую адгезию к прокорродировавшей металлической поверхности трубопровода.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ

Прохоренков А.М., Сабуров И.В., Сабуров Е.И.
*Мурманский государственный
технический университет,
Государственное областное
теплоэнергетическое предприятие "ТЭКОС",
Мурманск*

В настоящее время одним из основных направлений совершенствования систем автоматического управления (САУ) является повышение точности управления и стабилизации технологических параметров в достаточно узких пределах. Немаловажная роль в решении задачи повышения точности управления отводится измерительной подсистеме, входящей в САУ.

Наличие возмущающих воздействий, обусловленных изменением нагрузки, взаимосвязанностью и взаимовлиянием контуров управления сложных многомерных систем, которые функционируют в различных эксплуатационных режимах, а также естественное изменение во времени характеристик объекта управления и параметров системы управления, приводят к тому, что задающие воздействия и управляемые величины носят случайный характер. Природа наблюдаемых процессов, происходящих в системах, является причиной того, что результаты измерений искажены помехами и содержат инструментальные и методические погрешности. В подобного типа системах требуется сложная обработка измерительной информации. Основной подход к решению этой задачи заключается в применении алгоритмов фильтрации.

В настоящее время наиболее полно решены проблемы синтеза алгоритмов фильтрации для линейных

систем при аддитивных гауссовских помехах с помощью фильтров Калмана [1]. В практике научных и инженерных расчетов используются также субоптимальные алгоритмы оценивания нелинейных непрерывных марковских процессов. Применение этих методов в реальном масштабе времени ограничено. Уравнения, положенные в основу решения задач фильтрации, сложны для практической реализации и предъявляют повышенные требования к вычислительным ресурсам системы управления. Кроме того, ограниченность применения указанных подходов обусловлена нестационарностью процессов, имеющие место в условиях эксплуатации систем управления. Поэтому с целью улучшения показателей качества управления требуется разработка методов, алгоритмов и средств, обеспечивающих повышение достоверности оценки управляемой величины на фоне помех.

Цель работы

Случайный характер измерительных сигналов обуславливает применение процедуры статистической обработки результатов измерений, основой которой является операция усреднения, осуществляемая либо усреднением по времени, либо усреднением в пространстве реализаций. Это приводит к необходимости выделения таких составляющих погрешности как статистическая погрешность и погрешность, обусловленная неадекватностью алгоритма обработки реальному случайному процессу.

В соответствии со сложившейся практикой статистические погрешности обусловлены конечностью объема данных о мгновенных значениях наблюдаемых величин. Адекватность операторов обработки результатов измерений достигается рассмотрением эргодических стационарных случайных процессов.

В действительности практический интерес представляет обработка нестационарных случайных процессов по одной реализации, поскольку модель нестационарного процесса является наиболее адекватной широкому кругу явлений. При исследовании случайных процессов свойство эргодичности установлено лишь для некоторых видов нестационарных процессов, в остальных случаях оно постулируется, тем самым уже априори результаты обработки будут содержать ошибку.

Встречаемые в инженерной практике процессы часто можно представить в виде аддитивной, мультипликативной или аддитивно-мультипликативной модели. Если имеющиеся экспериментальные данные позволяют установить вид нестационарного процесса, то оценить его параметры можно по одной реализации. Во многих случаях операции центрирования и нормирования преобразуют исследуемый исходный процесс к стационарному, что позволяет далее эффективно использовать известные методы анализа стационарных процессов.

Один из возможных путей повышения точности выделения полезного сигнала является разработка алгоритмов обработки измерительной информации в соответствии с классом процесса (стационарный – нестационарный процесс), вида процесса (аддитивный, мультипликативный или аддитивно - мультип-