

их потоками быстрых электронов, что подчеркивает перспективность их практического применения.

Сочетание высоких прочностных, эксплуатационных и радиационно-защитных свойств таких металлокомпозиционных материалов, позволяет использовать их в качестве несущих конструкций на ядерно-энергетических объектах (включая электронные ускорители). Поэтому, на наш взгляд, дальнейшая разработка и проектирование таких конструкционных металлокомпозиционных материалов является наиболее перспективным направлением строительной и атомной промышленности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болдырев А. М. Ресурсосберегающие технологии получения металлобетонных строительных композитов / А. М. Болдырев, А. С. Орлов, Е. Г. Рубцова // Изв. вузов. Строительство.- Белгород: Изд-во НГАСУ, 2002, №4.- с. 38 – 43.

#### ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ ШТАМПОВАННЫХ МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЙ

Пачурин К.Г., Пачурин Г.В., Васильев С.А.

*Нижегородский государственный  
технический университет,  
Нижний Новгород*

Сопротивление усталостному разрушению инженерных металлоконструкций зависит от природы материала, его структурного состояния, в значительной мере обусловленного технологическими процессами изготовления, а также условий эксплуатации (повышенные или пониженные температуры, наличие агрессивной среды и т.д.).

В промышленности конструкционные материалы подвергаются различным видам и режимам технологической обработки, наиболее распространенными и высокопроизводительными из которых, являются операции пластического деформирования (прокатка, штамповка, прессование и т.п.).

Систематические исследования по сопротивлению циклическим нагрузкам деформированных с разной скоростью и степенью деформации металлов и сплавов на воздухе ограничены, а при температурах, отличных от комнатных, и в присутствии коррозионной среды, практически отсутствуют. Более того, при выборе технологического оборудования часто руководствуются любыми критериями (например, технологичность, экономичность формообразования, экологичность, эстетичность и т.п.), только не надежность металлоизделий в процессе эксплуатации.

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 устало-

стного разрушения конструкционных материалов: стадии зарождения трещин, их последующего развития вплоть до полного разрушения.

На основании теоретических исследований и результатов экспериментов на широко применяемых в металлообрабатывающих отраслях промышленности конструкционных материалах разных классов (цветные металлы и сплавы, низкоуглеродистые, малолегированные и нержавеющие стали) после различных режимов пластической обработки предложены методы оценки влияния штамповки на сопротивление усталостному разрушению металлов и сплавов на воздухе при разных температурах и в коррозионной среде. Результаты, полученные на образцах, подтверждаются натурными испытаниями.

#### Выводы.

Предложены, подтвержденные экспериментально на образцах и натуральных изделиях, зависимости, позволяющие оценивать целесообразность введения в технологический процесс обработки деталей машин операций холодного пластического деформирования с целью повышения их циклической долговечности при криогенных, комнатных и повышенных температурах. Они позволяют не только повысить эксплуатационные свойства штампованных деталей, но и сократить энергозатраты и трудоемкость при проведении поисковых работ, рационально произвести выбор материала металлических изделий, сократить их металлоемкость за счет уменьшения толщины.

Промышленное внедрение полученных результатов в условиях производства и эксплуатации автобусов позволило повысить стабильность прочностных свойств штампованных деталей, их эксплуатационную долговечность, сократить номенклатуру марок и сортамента применяемых сталей, а также снизить металлоемкость изделий (до 5%).

#### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ

Пачурин К.Г., Васильев С.А., Пачурин Г.В.

*Нижегородский государственный  
технический университет,  
Нижний Новгород*

В процессе эксплуатации большинство деталей машин и механизмов подвергаются циклическим нагрузкам, как на воздухе при разных температурах, так и в присутствии коррозионных сред. Поэтому проблема выносливости материалов в различных условиях эксплуатации актуальна для всех отраслей промышленности.

При оценке работоспособности металла кроме параметров статической прочности и пластичности необходимо располагать характеристиками выносливости с учетом различных факторов: геометрических, формы и частоты изменения цикла, концентраторов напряжений, видов и режимов технологической обработки, температуры и среды испытания и т.д.

Существует мнение о том, что оценивать влияние этих факторов на работоспособность конструкционных материалов в готовом изделии следует лишь по

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 использовались органосилоксаны и жидких кремний-