

сварные (стыковые и Т-образные) соединения Усталостные многоцикловые испытания проводились на воздухе (при температурах -50 , $+20$ и $+70$ °С) и в среде 3%-ного водного раствора морской соли по жесткой схеме симметричного консольного изгиба частотой 25 Гц, а малоцикловые – по жесткому отнулевому изгибу частотой 0,83 Гц при относительной деформации 0,25 и 0,5%.

Установлено, что механические характеристики исследованных материалов зависят как от температуры испытания, так и от степени их предварительной деформации. У образцов без сварки и со сваркой из стали 20кп с повышением температуры испытания прочностные характеристики монотонно уменьшаются, а пластические – практически не изменяются. Предварительная деформация растяжением для всех температур испытания приводит к незначительному увеличению пределов прочности и текучести, уменьшению относительного удлинения и практически не влияет на относительное сужение.

Предварительная объемная с разной степенью или поверхностная пластическая обработка сталей и их сварных соединений неоднозначно влияет на их сопротивление усталостному разрушению на воздухе при разных температурах и в коррозионной среде в зависимости от амплитуды циклического нагружения.

Структура стали 08кп состоит из феррита с небольшим количеством перлита, а характер усталостного разрушения образцов, испытанных при температурах -50 , $+20$ и $+70$ °С, в основном вязкий. Низколегированные стали 08ГСЮТ и 07ГСЮФТ имеют карбидные включения, которые препятствуют движению дислокаций и приводят к повышению прочностных свойств при статическом нагружении. Однако карбидные включения являются также источниками образования микротрещин при растяжении, что отрицательно сказывается на параметрах пластичности. Под действием циклических нагрузок эти трещины активируют развитие процессов усталостного разрушения и инициируют продольное растрескивание образцов, а, следовательно, способствуют понижению их долговечности. Поэтому образцы стали 08кп со сварным швом, так же, как и без него, независимо от режимов предварительной технологической обработки имеют более высокие эксплуатационные характеристики при исследованных температурах, чем низколегированные стали 08ГСЮТ и 07ГСЮФТ.

Коррозионная долговечность конструкционных материалов как правило ниже (в 1,5...2,0 раза) долговечности на воздухе и также зависит от амплитуды приложенного

напряжения: чем ниже амплитуда, тем сильнее эффект среды.

ФОРСИРОВАННАЯ ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА ДЕФОРМИРОВАННЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Мурагов В.С., Морозова Е.А.

*Самарский государственный технический
университет
Самара, Россия*

В рамках части общей технологической схемы обработки деформируемых алюминиевых сплавов "... - процесс деформации - окончательная термообработка" в качестве основного параметра, направленного на сокращение длительности технологии, рассматривается скорость охлаждения изделий с температуры окончания деформации. С точки зрения простоты и гарантии минимума деформации применение медленных охлаждений деформированных заготовок с температуры окончания деформации кажется более предпочтительным.

Однако при медленном охлаждении матрица переходит в более равновесное состояние за счет процессов распада пересыщенных растворов, коагуляции фаз, уменьшения плотности дислокаций, полигонизации и рекристаллизации, аннигиляции вакансий. Стабилизация структуры приводит к повышению ее устойчивости по отношению к обратным фазовым превращениям при нагреве из-за увеличения энергии активации превращения и снижения активности диффузионных процессов. Превращение более стабильных структур требует большей длительности и больших затрат энергии, так как уменьшается разность свободных энергий между низкотемпературным и высокотемпературным состоянием. Более того, предшествующее ускоренное последеформационное охлаждение, создавая условия для формирования необходимой легированности твердого раствора при закалочном нагреве за более короткое время, способствует сохранению измельченной субзеренной структуры, большей плотности дислокаций и ускорению процессов старения.

В производстве прессованных и штампованных изделий из алюминиевых сплавов, которые упрочняются термической обработкой, реализуется схема предварительной термомеханической обработки. Повышенный уровень прочности материала может быть достигнут за счет структурного упрочнения, то есть сохранения нерекристаллизованной структуры после закалочного нагрева. В этой связи, ускоренное последеформационное охлаждение сле-

дует прежде всего оценивать с точки зрения влияния на эффект структурного упрочнения. Выполненные исследования показали, что замена охлаждения изделий после деформации на воздухе охлаждением водой приводит к замедлению развития рекристаллизационных процессов и обеспечению повышенного уровня прочностных и усталостных свойств.

В ускоренно охлажденных после деформации изделиях установлено ускорение процессов распада пересыщенных твердых растворов в условиях естественного и искусственного старения. Становится возможным сокращение длительности последнего с 8-12 до 2-3 часов (сплав АК6). При этом целесообразно и сокращение времени выдержки при закалке.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЙ

Пачурин Г.В., Власов В.А.

*Нижегородский государственный технический институт им. Р.Е. Алексеева
Нижний Новгород, Россия*

В настоящее время отмечается интенсификация развития промышленного производства за счет применения прогрессивных методов и технологий в различных областях науки и техники. Самым распространенным из всех видов разрушений инженерных конструкций является усталостное разрушение, приводящее к огромным финансовым потерям, а порой и человеческим жертвам.

Проблема обеспечения надежности и безопасной работы деталей машин и механических устройств в различных эксплуатационных условиях (на воздухе при разных температурах и в присутствии коррозионной среды), наряду с совершенствованием конструкции, включает необходимость оптимизации режимов технологических процессов, которая в значительной мере обуславливается структурой и свойствами применяемых материалов.

Наиболее распространенными и высокопроизводительными способами изготовления деталей являются различные режимы объемной и поверхностной обработки металлов давлением. Однако систематические теоретические и экспериментальные исследования их влияния на сопротивление усталостному разрушению металлических материалов в различных условиях нагружения практически отсутствуют, хотя на практике давно используются различные высокопроизводительные виды и режимы пластического деформирования.

В работе представлены результаты обобщения экспериментальных и теоретиче-

ских исследований сопротивления усталостному разрушению на воздухе (при пониженных, комнатной и повышенных температурах) и в коррозионной среде широкого класса металлов и сплавов после различных режимов технологической обработки.

В результате объемного или поверхностного упрочнения сопротивление усталости таких деталей изменяется неоднозначно, и резерв прочности материала исчерпывается не всегда весь. Поэтому решение вопросов, связанных с прогнозированием эффекта пластической деформации на поведение в разных условиях эксплуатации металлов и сплавов, остается актуальным.

На основании выявленных закономерностей накопления повреждений и интенсивности их развития в процессе усталостных испытаний после различных режимов термической и объемной (с разными степенями и скоростями) и поверхностной пластической обработки (всего более 100 режимов), влияющие на долговечность на воздухе при разных температурах (от 0,06 до 0,6 Тпл, К) на воздухе и в коррозионной среде (наиболее распространенный и достаточно агрессивный к сталям 3%-ный водный раствор морской соли) конструкционных материалов (более 20 марок) различных классов (стали с аустенитной, феррит-перлитной, троостито-сорбитной, мартенситно-аустенитной и мартенситной структурой, а также медные, алюминиевые и титановые сплавы) в разном структурном состоянии нами установлены теоретически и подтверждены экспериментально на образцах и натурных изделиях зависимости циклической долговечности деформационно-упрочненных металлов и сплавов от величины структурно-чувствительного показателя степени деформационного упрочнения при статическом растяжении.

Получены зависимости, позволяющие оптимизировать режимы обработки деталей машин и механизмов с целью повышения их эксплуатационной надежности в различных условиях эксплуатации сократить энергозатраты и трудоемкость при проведении поисковых работ, рационально произвести выбор материала металлических изделий, снизить их металлоемкость за счет уменьшения толщины. Внедрение на основе выявленных закономерностей оптимальных технологических обработок конкретных конструкционных материалов на ряде авиационных и автомобильных предприятий позволило получить значительный экономический эффект.