присутствуют нитриды и карбонитриды титана, характерные для такого рода сталей. Микрорентгеноспектральный анализ включений показал, что наряду с сульфидами марганца в металле имеются сульфиды титана, а также комплексные сульфиды титана, марганца, железа и даже хрома. Часто сульфидные включения обволакивают (или включают в себя) нитридные и карбонитридные включения. Этим исключается отрицательное влияние твердых нитридных и карбонитридных включений на обрабатываемость.

Детали выпускной системы автомобилей, для которых и предложен данный подход по регулированию состава стали, подвергаются сварке. В этой связи необходима оценка свариваемости аустенитных нержавеющих сталей с повышенным содержанием серы.

Исследования выполнены в процессе сварки втулки с трубой глушителя при использовании полуавтомата для сварки в среде CO_2 фирмы "Kemppi". Сварка велись по окружности, режимы сварки: ток 120 – 140А, напряжение 20V, сварочная проволока Св08Г1С.

Металлографический анализ сварного соединения опытных деталей выявил следующее его строение: структура основного металла – аустенит (7 балл); структура зоны термического влияния – аустенит (3 – 4 балл) + карбиды по границам зерен; структура шва – мартенсито – бейнит.

Для всего исследуемого диапазона содержания серы (от 0,008 до 0,257%) в околошовной зоне сварки возможно выявление кристаллизационных трещин, а в зоне термического влияния выделение карбидов по границам зерен, что может предопределять склонность исследованных сталей к межкристаллитной коррозии.

Для сравнительного анализа свариваемости опытной стали (А10Х16Н15Т) и базовой (12Х18Н10Т) проведена сварка втулки из базовой стали с трубой глушителя, из опытной стали.

Металлографический анализ сварного соединения выявил следующее его строение: опытная сталь – структура основного металла - аустенит; структура зоны термического влияния – аустенит + карбонитриды по границам зерен; структура шва – мартенситобейнит; базовая сталь – структура основного металла – аустенит; структура зоны термического влияния – аустенит + δ-фаза + нитриды и карбонитриды; структура шва – мартенсито-бейнит.

В зоне сварки выявлены трещины в корне шва, по линии сплавления и в зоне термического влияния. С целью повышения качества соединения и выбора наилучшего способа сварки реализованы варианты: сварки с проволокой Св08Г1С в среде аргона и сварка с проволокой Х18Н10Т в среде CO_2.

Металлографический анализ сварных соединений выявил следующее его строение (идентично для исследованных вариантов сварки и марок сталей): структура основного металла – аустенит + карбиды; структура зоны термического влияния – аустенит + карбиды; структура шва – аутенито-мартенситная смесь (при использовании Св08Г1С) и аустенитокарбидная смесь (при использовании проволоки Х18Н10Т). При этом в зоне сварки трещин не обнаружено.

Таким образом, требуемое качество сварного соединения автоматной нержавеющей стали типа А10Х16Н15Т с повышенным содержанием серы может быть достигнуто при правильном совместном подборе сварочной проволоки и состава защитной атмосферы.

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ НЕРАВНОВЕСНОСТИ СТРУКТУРЫ НА ПРОЦЕССЫ СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В ЦВЕТНЫХ СПЛАВАХ

Муратов В.С., Морозова Е.А.
Самарский государственный технический университет, Самара

Изменения структуры цветных сплавов при тепловой и деформационной обработках определяются соотношениями между интенсивностью воздействий, уводящих систему от термодинамического равновесия и формирующих неустойчивые структурные состояния, и кинетикой процессов их релаксации, обеспечивающих формирование структурных состояний с разной свободной энергией. При этом эффект влияния факторов обработки наследственно проявляется через ряд этапов воздействий. Если структура сплава формируется на каждом этапе процесса обработки, то подход к разработке технологий, при котором каждый предшествующий этап формирует структуру, не закладывая ее активной роли по отношению к структурообразованию на последующих этапах не дает эффективных решений. Необходим такой выбор факторов управления на предшествующих этапах обработки , который позволил формировать структуру сплава, обеспечивающую активацию желательных структурных превращений на последующих этапах.

Направление, полнота и интенсивность протекания структурных превращений в металлических сплавах определяется степенью неравновесности их структуры. Дополнительные возможности в управлении процессами структурообразования сплавов можно создать, если на каждой стадии технологического процесса направленно создавать структурное состояние с заданной степенью неравновесности. Вместе с тем, в существующих технологических процессах режимы обработки на каждой стадии, как правило, назначаются исходя из желаемого результата данной стадии и удобств ее проведения. Влияние формирующейся степени неравновесности на процессы структурообразования на последующих стадиях практически не учитывается.

Движущей силой процесса формирования нового структурно-фазового состояния сплава является уменьшение свободной энергии системы при образовании и увеличении в размерах области, занятой новой структурой или фазой. Увеличивать скорость и полноту фазового или структурного превращения можно увеличивая величину выигрыша в энергии или снижая значение энергетического барьера. Формирование исходной структуры сплава с повышенным уровнем свободной энергии будет способствовать протеканию фазовых и структурных превращений за

счет большего выигрыша в величине уменьшения свободной энергии вследствие появления области новой структуры или фазы.

Следует также учитывать, что повышенная степень неравновесности, вызванная, например, увеличением концентрации вакансий, плотности дислокаций, измельчением зерна способствует ускоренному протеканию диффузионных процессов, что интенсифицирует структурно-фазовые превращения.

В этой связи, представляется целесообразным подход к разработке технологических процессов получения изделий из цветных сплавов, основанный на регулировании степени неравновесности структуры, формируемой на каждой стадии процесса, в том числе и на стадиях преддеформационной и деформационной обработках. В этом случае появляется возможность управлять процессами формирования структуры и свойств путем создания промежуточных состояний с заданным уровнем свободной энергии, обеспечивающих активизацию необходимых структурных изменений на последующих стадиях.

Для технологических процессов получения деформированных изделий из алюминиевых сплавов следует на промежуточных стадиях процесса формировать состояния с повышенным запасом свободной энергии, в частности, за счет реализации ускоренных охлаждений с температур завершения кристаллизации слитков или деформирования полуфабрикатов, температур непродолжительного гомогенизационного нагрева, применения циклических температурных воздействий и т.д.

Предлагаемое совершенствование методов обработки алюминиевых сплавов основано на принципе движения к конечному структурно-фазовому состоянию сплава через промежуточные состояния с максимально возможной степенью неравновесности, создаваемой за счет рационального назначения технологических факторов управления формированием структуры и свойств. Допустимый уровень избытка запаса свободной энергии определяется, во-первых, недопустимостью появления дефектности изделия; во-вторых, избыток энергии не должен приводить к развитию недопустимых структурных изменений в сплаве, приводящим к ухудшению его свойств или технологичности. Второе требование часто может быть удовлетворено изменением традиционных режимов обработки.

Реализация описанного подхода для деформируемых алюминиевых сплавов позволила:

- разработать технологию ускоренной термической обработки слитков, обеспечивающую достаточную деформируемость сплава: при сравнении с традиционной длительной гомогенизацией реализуются те же усилия прессования и повышенные скорости прессования, а длительность обработки сокращается до 1-2 часов; достигается повышение прочностных, пластических и усталостных свойств пресс-изделий;

- разработать технологию получения прессованных и штампованных заготовок, использующую ускоренное последеформационное охлаждение с температур окончания деформации в схемах предварительной термомеханической обработки; достигается повышение прочностных и усталостных свойств при сохранении пластичности, ударной вязкости, вязкости разрушения и сопротивления коррозии.

Изучены закономерности формирования структуры и свойств алюминиевых и титановых сплавов при использовании электронно-лучевого и лазерного термоупрочнения. Данные виды обработки, используя быстрые нагревы и охлаждения, формируют неравновесные структурные состояния сплавов, существенно изменяя закономерности протекания последующих структурно-фазовых превращений. Установлено, что при быстрой кристаллизации поверхностного слоя деформированных алюминиевых образцов (сплав Д16) при электронно-лучевой обработке формируется структура с сильно измельченным зерном и повышенной микротвердостью (после естественного старения). За счет этого можно достичь существенного улучшения усталостной долговечности изделий (число циклов до разрушения увеличивается до двух раз), если специальными приемами исключить образование поверхностных трещин.

Определены возможности лазерного поверхностного легирования титана и деформируемых сплавов на его основе из однослойных и двухслойных металлических покрытий. Разработаны рекомендации по улучшению физико-механических характеристик поверхностных слоев полуфабрикатов. Получены результаты по закономерностям формирования поверхностных слоев с заданными свойствами, составом и структурой, обладающих прочной связью с основой изделия. Установлены наиболее эффективные легирующие элементы покрытий, позволяющие увеличить износостойкость изделий в 4-6 раз. При этом оценена роль степени неравновесности структурных параметров в титановых сплавах на эффективность поверхностного легирования и термоупрочнения с использованием лазерного нагрева.

Таким образом, на основе комплексных исследований алюминиевых и титановых сплавов установлена ведущая роль степени неравновесности структурных параметров в формировании направления, полноты и интенсивности протекания процессов структурно-фазовых превращений.

МЕТОДОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ПРИВОДОВ МАШИН С НЕРАВНОМЕРНЫМ ДВИЖЕНИЕМ РАБОЧИХ ОРГАНОВ

Новоселов В.Г.
Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург

В технике широко применяются машины с неравномерным движением рабочих органов: кривошипные прессы, поршневые насосы и компрессоры, гильотины, лесопильные рамы, лобзики и т.п., использующие в качестве исполнительных механизмов рычажные кривошипно-ползунные, кривошипно-коромысловые, а также зубчатые планетарные гипоциклические механизмы возвратно-поступательное или плоское движение рабочих органов.