рующими элементами, которыми являются медь (до 5 %), магний (1,6 %) и марганец (0,7 %). Наличие примесей негативно сказывается как на толщине, так и на отражающей способности пленок оксида алюминия.

В качестве предварительной подготовки применяются растворы химического глянцевания на основе фосфорных, серных и азотистых кислот. Однако они не позволяют получать блестящую поверхность на сплаве алюминия Д16. Повышение качества поверхности основы может быть достигнуто при использовании технологии электролитно-плазменной обработки для предварительной подготовки алюминиевых образцов вместо химической полировки. В результате параметр шероховатости поверхности образца из сплава алюминия Д16 составил 0,110 мкм. Последующее оксидирование в щавелевокислом электролите (40 г/л щавелевой кислоты), методом высоковольтного электрохимического оксидирования приводит к получению непрозрачных глянцевых покрытий серого и светло-серого цвета. Параметр шероховатости пленок составляет около 0,150 мкм при времени обработки 40 мин и толщине 20 мкм.

Представленная методика позволяет получать глянцевые покрытия на различных сплавах алюминия, при этом сокращается количество операций предварительной подготовки деталей.

УДК 621. 785

Предпосылки формирования наноразмерной структуры при термической обработке углеродистой стали

Бетеня Г.Ф., Андрушевич А.А.
Белорусский государственный аграрный технический университет

На современном этапе развития материаловедения, требуемые конструктивные прочность, надежность, долговечность, износостойкость стальных деталей достигаются путём целенаправленного формирования в них субмикро- и нанокристаллического состояния структуры. Получение изделий с наноструктурированным объёмным строением является одним из наиболее перспективных и востребованных подходов в использовании конструкционных материалов с уникальным сочетанием их служебных свойств.

Достижение нанокристаллического состояния в сталях в процессе термической обработки обусловлено особыми термодинамическими факторами, которые возникают при определенных технологических режимах. Наноструктурные состояния мартенсита являются сильно неравновесными, и их формирование и сохранение существенно зависит от кинетических условий воздействия на сталь. Для мартенситного превращения при традиционных режимах закалки необходимо переохлаждение относитель-

но равновесной точки только на 200-250^{0}С. Образование нанокристалллического состояния мартенсита предполагает уже степени переохлаждения порядка 600-650^{0}С при разности свободных энергий аустенита и мартенсита порядка 1300Дж/моль. Такой мартенсит образуется в результате интенсивного охлаждения при переохлаждении до температур 80 - 20^{0}С, и может иметь фрагментированную структуру кристаллов порядка 0,06 – 0,1 мкм (60 - 100нм) с высокой плотностью дислокаций.

Проведенными экспериментами по закалке углеродистых сталей с использованием технологии импульсного закалочного охлаждения и низкого отпуска установлена возможность формирования элементов наноразмерной структуры мартенсита, обеспечивающей оптимальное соотношение прочностных и эксплуатационных характеристик стальных деталей.

УДК 669.041

Комплекс энергосберегающих технологий термической обработки стальных деталей

Синиченко Т.Н.
Белорусский национальный технический университет

Работа направлена на создание новых и оптимизацию существующих технологий термической обработки конструкционных сталей путем регулирования температурно-временных параметров режимов термической обработки и рациональной замены видов термической обработки на менее энергоемкие с сохранением требуемого уровня механических и эксплуатационных свойств.

На Минском автомобильном заводе в рамках выполнения ряда заданий ГППНИ «Металлургия» проведены исследования, направленные на изыскание резервов экономии энергоресурсов в процессе термической обработки стальных поковок. На основании технико-экономических показателей в технологический процесс улучшения крупногабаритных поковок (320×56 мм) выполненных из сталей марок 35, 40Х, 45 были внесены изменения. Нагрев под закалку (900 °С) сократили с 90 мин. до 50 мин.. Сокращение нагрева не привело к снижению механических свойств: прочность (825 МПа), ударная вязкость (160 Дж/м^2), твердость (НВ 235) изделий соответствовали требованиям технологического процесса. Исследования микроструктуры и прочностных свойств деталей из стали 40ХН, позволили отказаться от предварительной нормализации поковок, а оставить закалку и высокий отпуск. На технологию составлена технологическая инструкция ТИ АТЮФ 530.00.12 «Энергосберегающая оптимизация термической обработки детали 64221-2979030 «палец» от 17.12.2009 г., разработан временный технологический процесс «Упрочнение методом объем-