

Проявление структурной наследственности в стали при термической обработке

Студент гр. 104218 Сафонов М.Г.
Научный руководитель – Пучков Э.П.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Большая часть изучения наследственной структуры принадлежит академику Садовскому Виссариону Дмитриевичу. Структурной наследственностью принято называть воспроизведение при повторном нагреве (аустенизации) первоначальных аустенитных зерен по форме, размерам и ориентации. Проявление структурной наследственности зависит от легирования сталей (сплавов), скорости нагрева и, в частности, от присутствия в составе стали некоторых примесей. Чем более легирована сталь, тем шире диапазон скоростей нагрева, при которых проявляется структурная наследственность в стали. В сталях с кристаллографически упорядоченной структурой перекристаллизация при аустенизации включает две стадии: собственно фазовое превращение, приводящее к образованию наклепанного и ориентационного связанного с исходной структурой аустенита, и рекристаллизацию, приводящую к измельчению зерна, снятию фазового наклепа и устранению внутриверхней структуры. Поэтапно реализуя процессы структурной наследственности и рекристаллизации при аустенизации, можно эффективно управлять размером и субструктурой аустенитного зерна. Структурная наследственность хорошо проявляется в конструкционных сталях типа 30ХГСА, 37ХНЗА, 20Х2Н4А и т. п. Быстрый

нагрев предварительно отпущенной стали способствует развитию процесса неупорядоченного роста аустенита и получению мелкозернистой структуры. Медленный нагрев ведет к упорядоченному превращению и, если не образуется белых полей, полному восстановлению зерна исходной структуры. Предварительная пластическая деформация стали затрудняет реализацию упорядоченного механизма превращения. Существует критическая скорость нагрева при которой реализуется эффект восстановления зерна. Эффект восстановления зерна наиболее резко проявляется после сильного перегрева стали (1250 – 1300), замедленное подстуживание от температур перегрева до 850 – 900 градусов способствует развитию белых полей при последующем медленном нагреве, предотвращая тем самым эффект чистого восстановления исходной структуры. Наблюдающееся восстановление исходного зерна аустенита есть следствие кристаллографической обратимости из феррита в аустенит превращения, а сохраняющаяся при таком превращении повышенная концентрация структурных дефектов (внутренний наклеп) обуславливает возможность самопроизвольной рекристаллизации «восстановленного» аустенита. Фазовая перекристаллизация осуществляется в две стадии. Существует особый тип распада стареющих сплавов – гетерогенный распад, при котором кристаллиты исходного пересыщенного твердого раствора разбиваются на участки с разной ориентацией. Монокристалл в результате гетерогенного старения превращается в поликристалл. Наряду с преобладанием аустенита первоначальной ориентации появляются двойниковые ориентировки. Первоначальная ориентировка аустенитных зерен воспроизводится не полностью. Исправление структуры, достигнутое нагревом стали выше критической точки A_{c3} , оправдывается далеко не всегда, и имеет много исключений. Осложнения с исправлением крупнозернистой структуры наиболее вероятны при термической обработке легированных сталей, способных подкаливаться (на мартенсит или бейнит) при охлаждении в литейной форме, или на воздухе послековки, штамповки, прокатки, сварки. Повышение температуры или некоторая выдержка в надкритической области приводят к резкому измельчению зерна аустенита и полному исправлению вида излома. В сталях 18X2H4BA и 25X2ГНТА структурная наследственность выражается в полном восстановлении исходного зерна с некоторым искажением его границ. Стали этих марок характеризуются устойчивым сохранением структур перегрева при повторных нагревах. Нагрев под штамповку необходимо производить до температур не выше 1100 градусов для стали 20X2H4A и не выше 1150 градусов для сталей 18X2H4BA и 25X2ГНТА. Предварительная термическая обработка штампованных заготовок для зубчатых колес назначается с целью исправления структурной неоднородности, создающейся при пластической деформации в процессе горячей механической обработки. Склонную к структурной наследственности сталь опасна цементировать, если ее структура была сколько-нибудь укрупнена. Обычно предварительная термическая обработка включает нормализацию для исправления структуры и последующий высокий отпуск для смягчения стали и придания ей хорошей механической обрабатываемости. Для исправления крупнозернистых структур сталей 20X2H4A, 18X2H4BA и 25X2ГНТА, получаемых при штамповке зубчатых колес, наиболее рациональный режим – предварительный отпуск при температуре 640 градусов в течение 6 и 24 ч (24 ч для стали 18X2H4BA, в которой процессы распада мартенсита и образования субструктуры замедлены присутствием вольфрама) с последующим ускоренным нагревом ≥ 20 град/мин) под нормализацию (до 910 – 930 градусов). При травлении деталей с крупнозернистой структурой после закалки трещины появляются уже после 24-часовой выдержки. Весьма склонна к восстановлению зерна после перегрева сталь 25X2ГНТА, в которой определенную роль играют устойчивые карбиды титана.