

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА СВОЙСТВА АУСТЕНИТНЫХ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Качанов И.В., Ленкевич С.А., Кот М.Д.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аустенитные коррозионностойкие стали находят широкое применение в изделиях медицинского назначения. Наибольшее распространение в Республике Беларусь исторически получили аустенитные хромоникелевые стали типа 18-10, легированные 18% хрома и 8–12% никеля типа 08X18H10T, 08X18H12Б, 12X18H9, 12X18H9T, 12X18H10T.

Достижение максимальной эффективности для улучшения механических свойств проявляется при комплексном подходе управления такими термомеханическими параметрами как степени и скорости деформации, а также скорости охлаждения после деформации, которые определяют кинетику процессов динамической полигонизации, динамической и статической рекристаллизации, растворения и выделения вторых фаз.

Температура рекристаллизации аустенита в сталях типа 18-10 составляет порядка 950°C, а температура полной аустенизации соответствует 1100°C. В процессе горячей деформации сталей этого типа динамически рекристаллизованная структура составляет 50–80% [1]. Понижение температуры в процессе деформации инициирует выделение из твердого раствора аустенита дисперсных карбидов, нитридов, карбонитридов и других фаз по границам зерен, что приводит к формированию неоднородной структуры и снижению технологической пластичности, являющихся причиной образования трещин при проведении операций формоизменения заготовки.

Исследования показали, что при температурах деформации ниже 900°C в приведенных сталях формируется структура вытянутых исходных зерен, а при температурах выше 1100°C формируется полностью динамически рекристаллизованная структура. С повышением скорости деформации снижается температура начала динамической рекристаллизации. Таким образом, регулирование температурно-скоростных параметров горячей деформации позволяет использовать эффект динамической полигонизации и динамической рекристаллизации для формирования мелкозернистой и ультрамелкозернистой структуры в деформированных полуфабрикатах.

При разработке технологических процессов обработки давлением аустенитных сталей необходимо учитывать возможность образования

повышенного количества δ -феррита (≥ 15 – 20%) при высокотемпературном нагреве, выделения σ -фазы на границах зерен, превращение аустенита в α -фазу при охлаждении или последующей холодной деформации [2]. Так, например, при нагреве стали X18H9T до 1200°C содержание δ -феррита может достигать 40 – 50% и пластичность стали снижается более чем в 3 раза [3].

Поэтому определенный интерес представляет легирование азотом, так как азот стабилизирует аустенит и препятствует образованию δ -феррита при высокотемпературном нагреве, повышает коррозионную стойкость сталей [3]. Однако легирование азотом свыше $0,45\%$ ведет к значительному снижению пластичности, что вызывает трудности при деформировании.

При изготовлении деформированных полуфабрикатов из аустенитных сталей значительное влияние на формирование структуры и свойства оказывает холодная деформация. Регламентированная холодная деформация позволяет сформировать ультрамелкозернистую и даже наноразмерную структуру, повысить прочность, износостойкость и другие эксплуатационные характеристики изделий [4]. Наиболее интенсивное упрочнение достигается в результате холодной деформации в пределах 20 – 30% . При этом предел прочности стали повышается в $1,5$ – 2 раза при сохранении пластичности на достаточном уровне.

Вместе с тем следует учитывать, что при больших степенях холодной деформации в структуре увеличивается количество различных дефектов: увеличение удельной поверхности границ зерен, образование микротрещин, увеличение количества вакансий и плотности дислокаций и т. п. В результате холодной деформации 60% плотность стали снижается на $0,4$ – $0,6\%$ [5].

1. Викторов, Н.А. Горячая пластичность стали 08X18H10T // Металловедение и термическая обработка металлов. 2011. №6. С. 8–9.
2. Литовченко, И.Ю. Эволюция структурно-фазовых состояний при пластических деформациях аустенитной стали 17Cr–14Ni–2Mo / И.Ю. Литовченко, А.Н. Тюменцев, Н.В. Шевченко, А.В. Корзников // ФММ. 2011. Т. 112. №4. С. 436–448. 2012. С. 19–35.
3. Науменко, В.В. Азот в аустенитных нержавеющей сталях различных систем легирования. / В.В. Науменко, А.П. Шлямнев, Г.А. Филиппов // Металлург. 2011. №6. С. 46–52.
4. Разуваев, Е.И. Формирование ультрамелкозернистой и наноразмерной структуры в металлах и сплавах методом деформации. / Е.И. Разуваев, Д.Ю. Лебедев, М.В. Бубнов. // Авиационные материалы и технологии. 2010. №3. С. 3–8.
5. Рудской, А.И., Колбасников Н.Г. Управление структурой и свойствами стали при горячей деформации. / А.И. Рудской, Н.Г. Колбасников // Заготовительные производства в машиностроении. 2012. №10. С. 22–30.