

**Багров В.А.**

## **ТЕПЛОСТОЙКОСТЬ СПЛАВОВ СИСТЕМ Cr-Mn-Ti И Cr-Mn-Mo-Ti НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА**

Одним из показателей сопротивления длительной термической усталости, при которой происходит релаксация напряжений, является пластичность материала. Исследования влияния пластичности на сопротивление термической выносливости, проведенные И.А. Биргером и Б.Ф. Шорром, свидетельствуют о повышении этой характеристики с увеличением пластичности. Сравнение жаропрочных сталей, которые отличаются повышенной пластичностью при нормальной и повышенных температурах показывает, что наибольшей термической выносливостью обладает именно сталь, у которой в этих условиях выше пластичность.

Теплостойкость сталей и сплавов определяется максимальной температурой нагрева, при которой происходят изменения структуры, твердости, коррозионной стойкости и т.д., вызывающие снижение износостойкости. Для штамповых сталей горячего деформирования металла в качестве одного из критериев износостойкости предложено считать скорость их термического разупрочнения при нагреве.

Исследования этой характеристики для сталей 40X4Г8Т2С и 20X3Г9М5Т2С проводили испытаниями состаренного металла на стойкость против отпуска. Образцы подвергали как однократному отпуску в интервале температур 673...1100 К (выдержка 4 часа), так и многократному (Тотп.=870 К,  $\tau=1$ ч, охлаждение на воздухе).

Результаты показывают, что вторичнотвердеющая сталь 20X3Г9М5Т2С по теплостойкости не уступает никелевым мартенситностареющим сплавам и превосходит теплостойкость широко применяемых легированных штамповых сталей 25X5ФМС и 30X2В8Ф.

Исследование влияние трехкратного отпуска (Тотп $\approx$ 850 К, выдержка  $\tau\approx 1$  час, остывание на воздухе) на изменение твердости исследуемых сталей показало увеличение твердости на 5...7 HRC. Дополнительное легирование стали 40X4Г8Т2С молибденом в количестве 4...6% увеличивает не только теплостойкость наплавленного металла, но и способствует дисперсионному твердению.

Вторичное твердение сплавов систем Cr-Mn-Ti и Cr-Mn-Mo-Ti на основе железа после однократного отпуска способствует не только повышению твердости, но и теплостойкости и износостойкости, что связано с превращением остаточного аустенита в мартенсит и дополнительным образованием карбидов отпуска.

Влияние Ti на торможение разупрочнения при горячей прокатке отмечено Я.И. Спектором, Н.В. Тихим и Р.И. Энтиным. Этими исследователями установлено, что одним из основных факторов, влияющим на кинетику рекристаллизации горячедеформированного аустенита при последеформационных выдержках, является выделение избыточных дисперсных фаз (в частности TiC).

Таким образом, повышению теплостойкости, а следовательно и износостойкости сплавов системы Fe-C-Cr-Mn-Ti-Si, способствует увеличение доли карбидов за счет дисперсионного твердения и относительно равномерное их расположение по объему наплавленного металла. Введение в наплавленный металл молибдена повышает уровень твердости в интервале рабочих температур обрабатываемого инструмента.