

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ ХРОМОМОЛИБДЕНОВОЙ СТАЛИ

Скобелина Е.К.^{1,2}, Веселов И.Н.¹, Михайлов С.Б.²

¹ОАО «РосНИТИ», 30, Новороссийская, Челябинск, 454139, Россия, SkobelinaEK@tmk-group.com, VeselovIN@tmk-group.com¹

²ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», 19, Мира, Екатеринбург, 620002, Россия, msb.immt@gmail.com²

В работе, с использованием магнитных и дилатометрических методов исследования, рассмотрено влияние различных режимов термической обработки на фазовые превращения, протекающие в низколегированной хромомолибденовой стали, используемой при производстве труб нефтяного сортамента, обладающих повышенной эксплуатационной надежностью. В процессе производства труб обнаружена проблема неоднородности механических свойств, что может привести к снижению эксплуатационных характеристик продукции. При отработке режимов термической обработки в лабораторных условиях этой проблемы не возникало.

Для оценки особенностей формирования структуры стали были использованы образцы двух типов: I – в исходном состоянии после стандартной термической обработки для данного типа труб (закалка в воду от 930°C, отпуск 1,5ч. при 690°C) и II – после закалки в воду от 1120°C. Для них проводили термическое циклирование по двум режимам: для I варианта образцов скорость нагрева была 0,17°/с, для II выше – 4,04°/с (для сохранения повышенного содержания углерода в твердом растворе), с последующим охлаждением с различными скоростями (4,35°/с; 4,19°/с; 2,95°/с; 0,16°/с; 0,13°/с; 0,05°/с). При этом проводились измерения коэрцитивной силы и намагниченности насыщения образцов (рис 1.). Полученные результаты позволяют судить, что при I варианте распад переохлажденного аустенита происходит по перлитной схеме (скорость охлаждения не влияет на полученный результат). При II варианте, распад происходит преимущественно по бейнитной схеме (причем, с увеличением скорости охлаждения коэрцитивная сила возрастала).

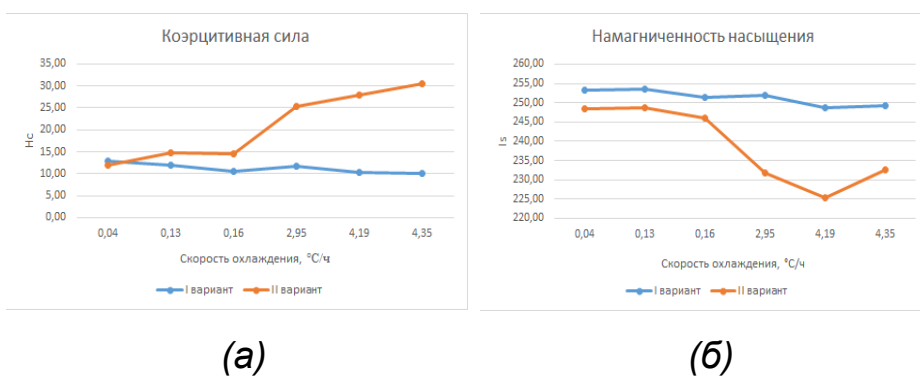


РИСУНОК 1. Результаты измерения коэрцитивной силы (а), намагниченности насыщения (б) для двух режимов нагрева образцов

Наличие в исследуемой стали сильных карбидообразующих элементов – хрома, молибдена, и др., оказывает существенное влияние на характер

протекания фазовых превращений. Основная часть углерода переходит в специальные карбиды и не так активно воздействует на формирование структуры при охлаждении (рис. 2). Температурный интервал растворения специальных карбидов смещается в область более высоких температур, вплоть до 1000-1050 °С.

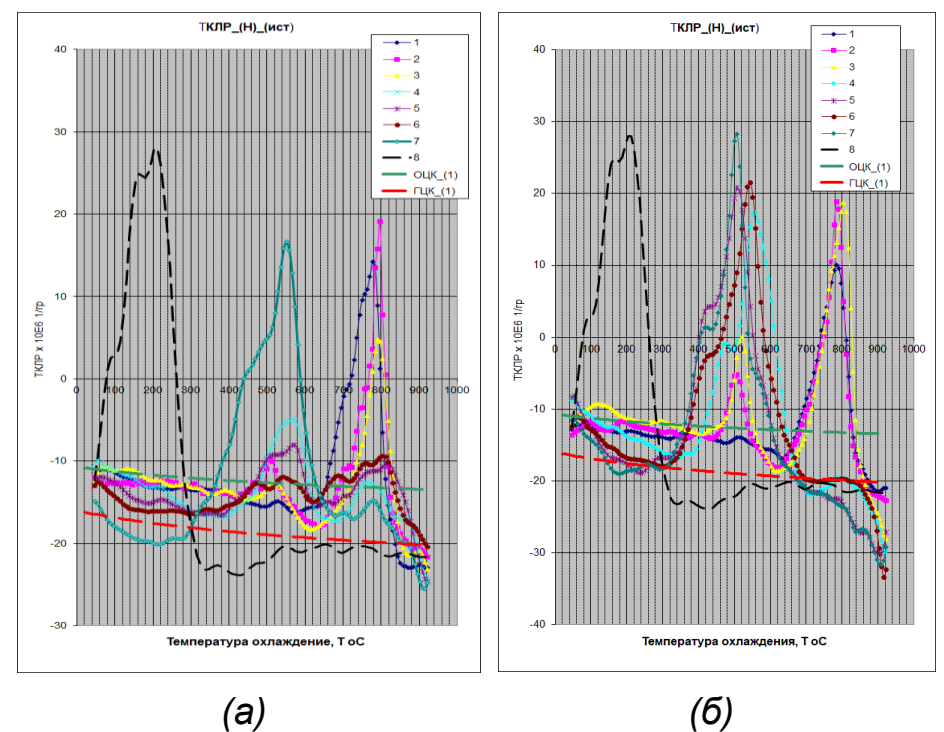


РИСУНОК 2. Результаты расчета температурного коэффициента линейного расширения для различных скоростей охлаждения (а) – образец I типа, (б) – образец II типа

При моделировании режимов термической обработки, зарегистрированные изменения дилатометрических эффектов позволили оценить температурные интервалы и характер протекания как фазовых превращений, так и процессов выделения и растворения карбидных фаз. Полученная информация, в сочетании с результатами измерений магнитных свойств, позволяет отметить особенности формирования структуры исследуемой стали. Это дало возможность рекомендовать режимы термической обработки, с помощью которых можно зафиксировать повышенное содержание атомов внедрения в твердом растворе феррита, что позволит обеспечить более высокий уровень эксплуатационных свойств готового изделия – необходима более высокая температура нагрева под закалку (до 950°C). Это позволит обеспечить выделение преимущественно мелкодисперсных специальных карбидов и получить необходимое сочетание механических и эксплуатационных свойств готового изделия.