

количествах сильными карбидообразующими элементами Ti, Nb, V для получения мелкозернистой структуры и повышения износостойкости за счет образования карбидов высокой твердости. Особенностью малоуглеродистых марганцовистых наплавочных материалов является то, что после проведения отпуска при 600...700 °С, обычно применяемого для снятия внутренних напряжений, в наплавленном металле образуется до 30...40% метастабильного вторичного аустенита, что является следствием перераспределения углерода и марганца между α - и γ -фазами, и обогащения последней этими элементами. В ряде случаев это может привести к снижению твердости наплавленного металла. Несмотря на это, его абразивная износостойкость возрастает более чем на 30...40%. Металл, наплавленный малоуглеродистыми хромомарганцевыми материалами, имеющий в структуре метастабильный аустенит, по разгаро-, коррозионно- и износостойкости не только не уступает хромоникелевым аналогам, но во многих случаях превосходит их. Получение метастабильного аустенита в наплавленном металле в количестве 10...20% повышает сопротивление образованию трещин при наплавке, а также износостойкость. Наиболее существенный экономический эффект может быть получен за счет замены хромоникелевых наплавочных материалов (Св-06Х18Н10Т и др.) хромомарганцевыми, обеспечивающими получение в наплавленном металле метастабильного аустенита. Первые наплавочные материалы этого типа были созданы под руководством М. И. Разикова. К ним относятся электроды УПИ 30Х10Г10 и порошковая проволока ПП-30Х11Г12Т. Их широкому применению препятствует трудная обрабатываемость резанием наплавленного металла. В связи с этим перспективными являются низкоуглеродистые хромомарганцовистые наплавочные материалы. Высокий отпуск, проводимый после наплавки, дестабилизирует аустенит по отношению к динамическому деформационному мартенситному превращению (ДДМП) и повышает износостойкость. Увеличить ее у металла, наплавленного хромомарганцевой аустенитной проволокой, можно также холодной пластической деформацией (~ 10...15%), которая активизирует деформационное мартенситное превращение.

Малинов Л.С., Бузова Д.В., Гоманюк В.Д.
(ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь)

НОРМАЛИЗАЦИЯ НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ ИЗ МЕЖКРИТИЧЕСКОГО ИНТЕРВАЛА ТЕМПЕРАТУР

E-mail: malinov_l_s@pstu.edu

В учебной и справочной литературе нормализацию конструкционных сталей рекомендуют проводить из аустенитной области температур с небольшим превышением критической точки A_{c3} . В работах Егоровой с сотрудниками показана целесообразность нормализации из МКИТ специально разработанных для этого строительных сталей 09Г2СЮЧ и 09ХГ2СЮЧ. В данной работе изучалось влияние такой термообработки на механические свойства ши-

роко применяемых в промышленности сталей 14Г2, 20ГЛ, 20ГФЛ, 45Г в сравнении с их свойствами после типовой нормализации. Соответствующая информация для указанных сталей в литературе не была обнаружена. Особенностью исследований являлось то, что при проведении термообработки в ряде случаев после нагрева в МКИТ или перед ним проводилась аустенитизация. В работе применялся металлографический метод исследования и определялись механические свойства сталей. Полученные данные, показывают, что нормализация с нагревом в МКИТ по рациональным режимам позволяет получить более высокий уровень механических свойств, чем аналогичная термообработка по типовому режиму с нагревом в аустенитную область (табл. 1).

Согласно фундаментальным исследованиям С. С. Дьяченко, при выдержке в МКИТ увеличивается количество аустенита в структуре и снижается доля феррита. Происходит перераспределение углерода и марганца между α и γ фазами и обогащение ими последней. Для стали 20ГЛ проведена нормализация с нагревом и выдержкой в МКИТ с предварительной, а также последующей кратковременной аустенитизацией. Их роль заключается в получении мелкозернистого аустенита, сохранении микронеоднородности структуры и, как следствие, повышении механических свойств.

Таблица 1. Механические свойства исследованных сталей после нормализации по типовому режиму и с нагревом в МКИТ

Сталь	Режим термообработки	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	KCU, МДж/м ²
14Г2	860 °С, 20 мин	432	617	20	48	0,66
	760 °С, 60 мин	468	669	25	59	0,84
20ГЛ	890 °С, 20 мин	408	562	22	38	1,20
	760 °С, 60 мин, вз	420	586	30	50	1,67
	890 °С, 20 мин, вз, 760 °С, 60 мин, вз	452	605	34	67	1,73
	760 °С, 60 мин, 890 °С, 5 мин, вз	435	596	35	70	1,85
20ГФЛ	930°С, 20 мин, вз	413	575	24	54	1,38
	780 °С, 60 мин, вз	546	632	26	68	1,67
45Г	850 °С, 20 мин, вз	640	730	23	67	1,40
	760 °С, 60 мин, вз	650	750	25	70	1,55

Сформировавшаяся после нормализации из МКИТ структура представляет собой феррит и ферритокарбидную смесь. Она более дисперсна, чем после аналогичной термообработки по типовому режиму, предусматривающему нагрев в аустенитную область. Определенную роль могут играть также карбиды, не растворившиеся при нагреве под закалку. Эти причины обуславливают повышение прочностных свойств исследованных сталей после нормализации.

зации из МКИТ. Большая пластичность является следствием очищения феррита от углерода, возможно, и азота, имеющегося в стали, поскольку эти элементы переходят в аустенит. После выдержки в МКИТ 2 мин/мм у исследованных сталей сохраняется более высокий уровень механических свойств, чем после нормализации из аустенитной области. Полученные данные показывают, что нормализация из МКИТ предпочтительнее типовой нормализации, проводимой в настоящее время. Она позволяет получить более высокий уровень механических свойств сталей и снижает энергозатраты на термообработку. Для дополнительного повышения механических свойств целесообразно перед выдержкой в МКИТ или после нее проводить нагрев в аустенитную область.

Малинов Л.С., Малышева И.Е., Бурова Д.В.

(ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь)

**ПОВЫШЕНИЕ АБРАЗИВНОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ СТАЛЕЙ И
ЧУГУНОВ РЕАЛИЗАЦИЕЙ ЭФФЕКТА САМОЗАКАЛКИ ПРИ
НАГРУЖЕНИИ**

E-mail: malinov_l_s@pstu.edu

Для повышения абразивной износостойкости сталей и чугунов в их поверхностном слое необходимо получать после термообработки многофазную структуру, в которой наряду с мартенситом и карбидами присутствует метастабильный аустенит, претерпевающий динамическое деформационное мартенситное превращение – ДДМП (эффект самозакалки при нагружении-СЗН). При этом необходимо управлять соотношением структурных составляющих, в том числе, количеством и стабильностью аустенита) с учетом условий изнашивания. Предложено подвергать цементации не только специально разработанные цементируемые стали, как это в основном принято в настоящее время, но и не предназначенные для этого стали: строительные, малоуглеродистые, среднеуглеродистые машиностроительные и высокоуглеродистые инструментальные, а также высоколегированные специальные стали. После цементации проводится закалка с повышенных температур по сравнению с обычно применяемыми для получения в структуре наряду с другими составляющими 25...60% метастабильного остаточного аустенита.

Во многих случаях для этого же целесообразно применять скорректированные режимы таких давно известных способов термообработки, как изотермическая и ступенчатая закалка. При их проведении необходим подбор термовременных параметров этих обработок, обеспечивающих получение в структуре повышенного количества метастабильного аустенита.

Новые возможности в повышении износостойкости открывает широкое использование для упрочнения поверхности источников концентрированной энергии (лазерной электронно-лучевой, плазменной, электродуговой, их комбинации с широко применяемыми способами термической и химико-терми-