

дили за регламентом підприємства на ливарній установці УППФ-2. Отримані в процесі кристалізації сплаву графічні криві розшифровували за допомогою тарувальних графіків. Були вибрані температури підігрівання форм для термометрування – 950 °С, 1020 °С, 1050 °С. Температура заливання металу становила 1560 °С. Після розшифрування діаграм були побудовані криві охолодження і криві розподілу температур по перерізу лопатки в певний момент часу. Так, при заливанні форми, нагрітої до 950 °С різниця температур між серединою пера і надливною частиною лопатки становила 320 °С, а максимальна різниця температур між пером і надливною частиною лопатки – 420 °С, в той час як максимальна різниця температур між пером і нижньою бандажною полицею – 330 °С. При термометруванні форми, нагрітої до 1020 °С, встановили, що різниця температур між серединою пера і нижньою бандажною полицею – 150 °С. При нагріванні форми до 1050 °С різниця температур між серединою пера і нижньою бандажною полицею через 2 с після заливання становила 100 °С, а через 10 і 20 с зростає до 120...130 °С.

Таким чином, результати термометрування показали, що перепад температур у різних перерізах зменшується із збільшенням температури підігрівання форм, що вдосконалює умови кристалізації лопаток та створює можливість отримання лопаток з більш щільною структурою.

Отже, більша термо- та хімічна стійкість комплексномодифікованої оболонкової багатошарової корундової форми дозволяє підвищити її температуру під час заливання металу і отримати вилівок з поліпшеною розмірною точністю і покращеною структурою.

Малинов В.Л., Малинов Л.С.
(ГВУЗ «ЛГТУ», г. Мариуполь)

ПОВЫШЕНИЕ СВОЙСТВ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА ЗА СЧЕТ ПОЛУЧЕНИЯ В НЕМ АУСТЕНИТА И УПРАВЛЕНИЯ ЕГО КОЛИЧЕСТВОМ И СТАБИЛЬНОСТЬЮ

E-mail: leonid-malinov@yandex.ru

Важным фактором повышения механических свойств и износостойкости наплавленного металла является получение в его структуре, наряду с другими составляющими, аустенита и управление его стабильностью. В работе приведены результаты исследований экономнолегированного наплавленного металла различных структурных классов, включающих аустенит.

В высоколегированном наплавленном слое аустенит можно получить непосредственно после наплавки, а низколегированном он отсутствует и его следует получать термообработкой. Для достижения наиболее высокого уровня свойств, применительно к конкретным условиям нагружения, необходимы определенное количество и степень стабильности аустенита в структуре наплавленного металла.

В работе определялись структура, фазовый состав, механические свойства абразивная и ударно-абразивная износостойкость наплавленного металла разных структурных классов.

Например, для получения высокого уровня прочностных свойств, при достаточной пластичности следует наряду с малоуглеродистым мартенситом и/или бейнитом иметь в структуре наплавленного металла не более 15...20% аустенита. При испытаниях на растяжение прирост мартенсита деформации на участке равномерного удлинения не должен превышать 10%. Высокие характеристики пластичности и ударной вязкости достигаются при получении преимущественно структуры аустенита, постепенно превращающегося в мартенсит деформации при нагружении, когда пластическая деформация дислокационным механизмом практически исчерпана. В этом случае в зоне равномерной деформации образцов его количество не должно превышать 15...20%. В случае абразивного изнашивания наиболее высокую износостойкость имеет наплавленный металл со структурой высокоуглеродистого мартенсита, карбидов и аустенита (50...60%), интенсивно превращающегося в мартенсит деформации на изнашиваемой поверхности. Его прирост должен состав-

лять не менее 30...40%. Аналогичный результат достигается, когда структура наплавленного слоя является аустенитно-карбидной, а прирост мартенсита деформации на изнашиваемой поверхности составляет 40...50%.

Напротив, в случае интенсивного ударно-абразивного изнашивания структура наплавленного металла должна иметь преимущественно высокоуглеродистый сильно наклепывающийся аустенит повышенной стабильности. Прирост мартенсита деформации на изнашиваемой поверхности не должен превышать 10...15%. Для получения требуемого количества аустенита, управления его количеством и стабильностью в наплавленном металле предложено проводить закалку или нормализацию с температур, превышающих обычно применяемые. Малоуглеродистый низколегированный наплавленный металл предварительно следует цементировать. Выбор температуры аустенитизации должен обеспечить растворение в аустените части карбидов, как следствие снижение мартенситной точки, и получение заданного количества аустенита требуемой стабильности. В зависимости от химического состава существует оптимальная температура такого нагрева. Превышение ее вызывает полное растворение карбидов, чрезмерное повышение стабильности аустенита, рост зерна в наплавленном металле и, соответственно, снижение его свойств.

Отпуск за счет различных температурно-временных режимов его проведения также позволяет управлять количеством и стабильностью аустенита в том случае, когда в наплавленном металле они не являются оптимальными. Повышение устойчивости аустенита по отношению к деформационному мартенситному превращению в наплавленном металле достигается отпуском при 250...300 °С продолжительностью 1...3 часа. При необходимости интенсифицировать деформационное мартенситное превращение проводится дестабилизация аустенита за счет высокого отпуска при 600...650 °С продолжительностью 1...2 часа. При большой продолжительности низкого отпуска и кратковременности высокого, процессы стабилизации и дестабилизации могут быть противоположными, как указано выше. При получении наплавленного металла, содержащего 7...8% марганца со структурой малоуглеродистого мартенсита, отпуск при 620...650 °С позволяет получить в структуре 25...30% метастабильного вторичного аустенита и управлять за счет времени выдержки его количеством и стабильностью, а, соответственно, изменять свойства в нужном направлении. Образование вторичного аустенита обусловлено тем, что температура высокого отпуска соответствует межкритическому интервалу температур, в котором происходит перераспределение углерода и марганца между α и γ фазами, обогащение последней этими элементами и снижение мартенситной точки. Высокий отпуск, проводимый обычно для снятия внутренних напряжений в наплавленном металле, приводящий к снижению его прочностных свойств и износостойкости, в данном случае вызывает противоположный эффект.

Управлять количеством и стабильностью аустенита в наплавленном металле позволяет пластическая деформация. Проще всего в промышленных условиях проводить обкатку роликом наплавленного металла или обдувку его дробью. При этом степень деформации должна выбираться с учетом исходных структуры, фазового состава и условий эксплуатации. Усилить стабилизацию или дестабилизацию аустенита, вызванную, холодной пластической деформацией, можно проведением соответствующего отпуска. Получение в наплавленном металле структуры метастабильного аустенита в сочетании с различными обработками открывает широкие возможности для повышения долговечности деталей машин и инструментов, работающих в различных условиях нагружения.