

новым материалом не отличаются от применяемых при использовании более дорогих аналогов, выпускаемых промышленностью. Особенностью структуры металла, наплавленного порошковой лентой нового состава, является присутствие наряду с низкоуглеродистым мартенситом остаточного метастабильного аустенита (15-25 %) и небольшого количества карбидов.

Твердость наплавленного металла составляет 38-42 HRC. Близкая к исходным значениям твердость сохраняется и после нагрева на 500 °С. Износостойкость наплавленного металла при сухом трении скольжения и абразивном воздействии при комнатной и повышенных температурах не менее, чем на 20-30% выше, чем у полученного стандартным порошковым электродом, содержащим никель. По термоциклической усталости он практически не отличается от более дорогого аналога.

Список литературы

1. *Малинов Л. С.* Безникелевые наплавочные материалы, реализующие при нагружении в наплавленном металле эффект самозакалки / Л.С. Малинов, В.Л. Малинов // *Металлургия машиностроения.* – 2018. - № 1. – С. 43-48.

УДК 669.15'74'292:620.178

Л. С. Малинов

Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь

ИННОВАЦИОННЫЙ ПРИНЦИП ПОЛУЧЕНИЯ МНОГОФАЗНОЙ МЕТАСТАБИЛЬНОЙ САМОТРАНСФОРМИРУЮЩЕЙСЯ СТРУКТУРЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭКОНОМНОЛЕГИРОВАННЫХ СПЛАВОВ И УПРОЧНЯЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПОВЫШЕННЫЙ УРОВЕНЬ СВОЙСТВ

В связи с постоянно растущей стоимостью энергоносителей и материалов ресурсосбережение становится в настоящее время актуальной проблемой. В данной работе обобщены результаты исследований по ее решению в одном из перспективных направлений, а именно – по созданию экономнолегированных сплавов многоцелевого назначения и упрочняющих технологий, обеспечивающих повышенный уровень механических свойств и износостойкости. При этом предложен инновационный принцип, заключающийся в том, что в сплавах создается метастабильная структура,

управляемо самотрансформирующаяся при охлаждении на воздухе и/или при нагружении в процессе испытаний механических свойств и эксплуатации. Основными во многих случаях являются динамические деформационные мартенситные превращения (ДДМП), протекающие при нагружении (эффект самозакалки при нагружении – СЗН). В середине 50-х годов прошлого столетия И.Н. Богачевым и Р.И. Минцем высказана и реализована новая идея, суть которой заключалась в использовании мартенситных превращений не при упрочняющей обработке сталей с метастабильным аустенитом, как обычно принято, а при нагружении в процессе испытаний механических свойств и эксплуатации. В работах автора показано, что необходимо управлять структурой и развитием мартенситных превращений, оптимизируя их применительно к конкретным условиям нагружения. Это позволяет существенно повышать долговечность деталей машин и инструмента. Динамические фазовые превращения являются в ряде случаев не только механизмом упрочнения, но и, что очень важно, релаксации напряжений. На развитие этих превращений расходуется значительная часть энергии внешнего воздействия и, соответственно, ее меньшая доля идет на разрушение. Реализуются другие различные факторы упрочнения (изменение плотности дислокаций, диспергирование структуры вплоть до нанокристаллической, динамическое старение и др.). Соппротивление разрушению обеспечивается созданием прослоек вязкой составляющей на границе фаз высокой прочности, уменьшением блокировки дислокаций, двойникованием и др. Реализация указанного принципа позволяет создавать сплавы различных структурных классов и назначения, не содержащие дорогие легирующие элементы или имеющие их в значительно меньших количествах, чем применяемые. Основными легирующими элементами в разработанных сталях и чугунах являются марганец, кремний, хром. Дополнительно могут быть введены азот и сильные карбидо- и нитридообразующие элементы. Дорогие Ni, Mo, W, Cu используются в небольших количествах в тех случаях, когда без них нельзя обойтись. В разработанных материалах обеспечивается хорошая технологичность (деформируемость, обрабатываемость, свариваемость, отсутствие коробления и трещинообразования). Они имеют высокие эксплуатационные свойства.

Созданы следующие экономнолегированные материалы: низко- и малоуглеродистые стали общего и специального назначения с эффектом СЗН (стали мартенситного, бейнитного и мартенситно-бейнитного классов). В них обязательно должно быть получено 10-20 % метастабильного аустенита.

Разработаны сплавы с различным содержанием углерода общего и специального назначения с эффектом самозакалки при охлаждении и нагружении. Они имеют мартенситно-аустенитную или аустенитно-мартенситную основу, в которой содержатся упрочняющие фазы: карбиды, нитриды, карбонитриды, бориды, интерметаллиды и др.

Предложены высокоуглеродистые сплавы с эффектом самозакалки при нагружении (аустенитные метастабильные стали и чугуны, а также наплавленный металл на их основе).

Разработаны упрочняющие технологии, создающие в применяемых сталях и чугунах многофазную структуру с метастабильным аустенитом. Они включают различные способы управления мартенситным превращением при охлаждении и нагружении, что обеспечивает высокий уровень эксплуатационных свойств.

Список литературы

1. *Малинов Л. С.* Разработка экономнолегированных высокопрочных сталей и способов упрочнения с использованием принципа регулирования мартенситных превращений / Л. С. Малинов: Дис. ... докт. техн. наук: 05.16.01 / Екатеринбург, 1992. - 381 с.

УДК 669.15.74. - 194-15.669.17

Л. С. Малинов

Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь

НОВЫЕ СПОСОБЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ОБЪЕМНОЙ ЗАКАЛКИ СТАЛЕЙ

В промышленности широко применяется закалка с использованием неэкологичных охлаждающих сред: масла, расплавов солей и щелочей. В связи с этим разработка способов закалки без их применения является актуальной задачей. Это может быть реализовано для высоколегированных сталей охлаждением после аустенитизации на воздухе. Однако, закалить с использованием воздуха углеродистые и низколегированные стали невозможно, в том числе реализовать ступенчатый или изотермический режимы охлаждения. В связи с этим показана целесообразность применения ступенчатой, изотермической и прерывистой закалок по новому способу.