

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/311

**ДИАГНОСТИКА ВЛИЯНИЯ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ НА
СТРУКТУРУ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЫСОКОПРОЧНЫХ
СЛОИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ РАБОТЕ В УСЛОВИЯХ
АРКТИЧЕСКОГО КЛИМАТА**

Путилова Е.А., Горкунов Э.С., Задворкин С.М.,
ИМАШ УрО РАН, Екатеринбург, Россия

Развитие современной промышленности тесно связано с созданием и внедрением новых технологий и в особенности перспективных материалов, которые удовлетворяли бы постоянно повышающимся требованиям к их прочностным и технологическим свойствам, а также долговечности, надежности и экономичности конструкций. Анализ тенденций развития современного производства свидетельствует о том, что одно из эффективных решений отмеченной проблемы заключается в разработке и создании нового поколения металлических материалов с иерархически организованной структурой, к которым в частности относятся многокомпонентные или многослойные материалы. Слои или компоненты таких материалов по отдельности обладают разными комплексами требуемых свойств, но при их соединении возможно получение материала, который будет сочетать в себе преимущества каждого из слоев. Однако при диагностике состояния подобных материалов возникают сложности, поскольку изменения под действием приложенных нагрузок могут происходить в разных слоях в разной степени. В связи с этим исследование возможности применения неразрушающих магнитных методов для оценки изменений, происходящих в перспективных слоистых материалах, в особенности в их отдельных компонентах, под действием пластического или упругопластического деформирования является весьма актуальной задачей.

В этой работе были изучены структура, фазовый состав, механические и магнитные свойства двух слоистых конструкционных материалов, используемых для корпусов судов ледового класса, плакирующий слой которых выполнен из коррозионностойких сталей с разной степенью стабильности аустенита («сталь 11ХН4МДФ – сталь 04Х20Н6Г11М2АФБ» и «сталь 11ХН4МДФ – сталь 08Х18Н10»). Соединение слоев проводили как с помощью горячей пакетной прокатки с разными степенями обжата, так и с помощью сварки взрывом. Образцы после сварки взрывом подвергали холодной пакетной прокатке на разные степени обжата с целью исследовать возможность применения магнитных методов диагностики для оценки изменений, происходящих при пластической деформации в структуре, фазовом составе и физико-механических свойствах исследуемых двухслойных материалов. Также для полноты исследования таким же способом обработки подвергали отдельные компоненты слоистых материалов.

Для оценки прочности соединения слоев проведены испытания на срез. Установлена минимально необходимая степень обжата для обеспечения прочного соединения горячекатаных двухслойных заготовок. Для биметалла «сталь 11ХН4МДФ – сталь 08Х18Н10» - деформация прокаткой больше 30% (прочность соединения слоев 450 МПа), а для биметалла «сталь 11ХН4МДФ – сталь 04Х20Н6Г11М2АФБ» - 35 % (580-600 МПа). При соединении слоев по технологии сварки взрывом прочность соединения непрокатанных заготовок сразу составляет порядка 560 МПа для обоих биметаллов, что является достаточным для материалов подобного класса.

Металлографические исследования проводили не только при помощи оптической металлографии, но и при помощи современного метода дифракции отраженных электронов (рис. 1). Было установлено, что с увеличением степени холодной прокатки происходит измельчение зерна в обоих деформируемых слоях.

Измерения магнитных характеристик в замкнутой магнитной цепи показали, что коэрцитивная сила и максимальная магнитная проницаемость могут быть использованы в качестве параметров неразрушающего контроля для оценки качества таких операций

Секция 6. Методы и средства неразрушающего контроля материалов и конструкций с иерархической структурой

термической обработки, как закалка и отпуск горячекатаных исследуемых материалов.

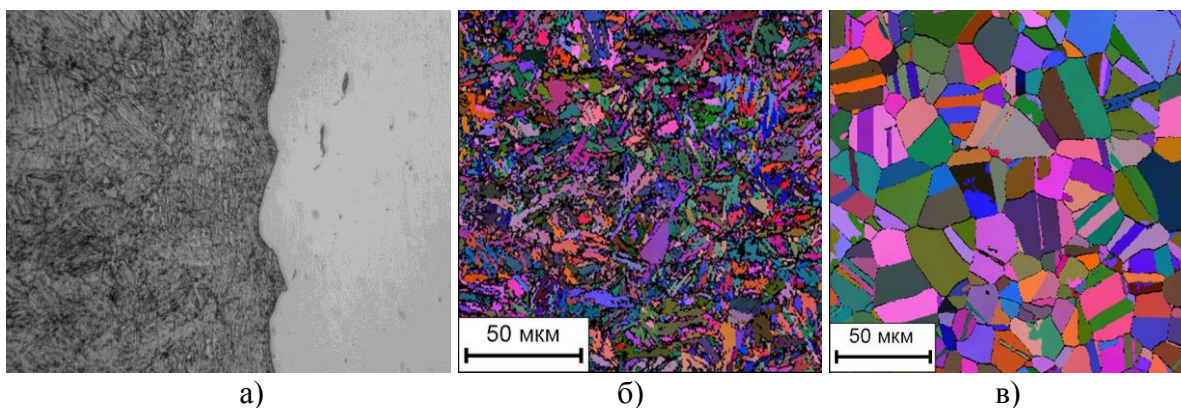


Рис. 1. Микроструктура биметалла «сталь 11ХН4МДФ – сталь 08Х18Н10» (а), EBSD-карты для слоя из стали 11ХН4МДФ (б) и стали 08Х18Н10 (в) в исходном недеформируемом состоянии

Установлена возможность диагностики образования магнитно-упорядоченной фазы в исследуемых сталях по максимальной намагниченности в максимальном приложенном поле (намагниченности насыщения), максимальной магнитной проницаемости, монотонно изменяющихся с ростом степени деформации.

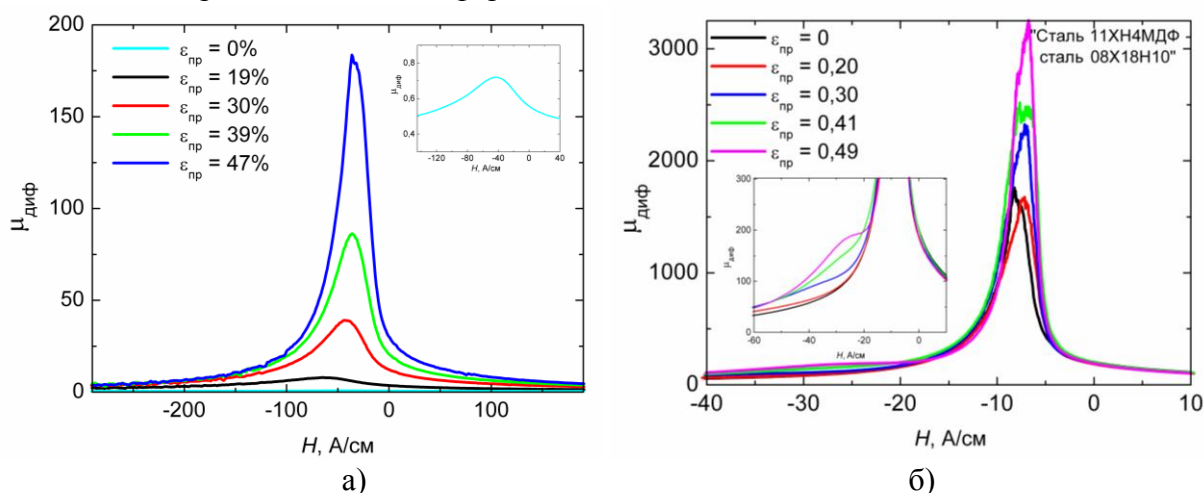


Рис. 2. Полевые зависимости дифференциальной магнитной проницаемости холоднодеформированной стали 08Х18Н10 (а) и для биметалла «Сталь 11ХН4МДФ – сталь 08Х18Н10» (б) при различных степенях деформации холодной прокаткой

Значения максимумов на полевых зависимостях дифференциальной магнитной проницаемости слоистых материалов могут служить параметрами для диагностики образования новой магнитно-упорядоченной фазы и ее количества, образующейся в процессе пластической и упругопластической деформации (рис. 2). Значения полей, при которых формируются максимумы на зависимостях дифференциальной магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля слоистых материалов и их отдельных компонентов могут быть использованы для оценки степени деформации прокаткой и одноосным растяжением этих материалов.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ 16-38-60027-мол_а_дк. При выполнении работы использовано оборудование ЦКП «Пластометрия».