

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Слизова Александра Кузьмича «Особенности механического поведения листовой метастабильной аустенитно-мартенситной стали с учетом проявления трип-эффекта», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Актуальность научной проблемы, изложенной в диссертационной работе Слизова А.К., заключается в том, что трип-сталь ВНС9-Ш используется при изготовлении ответственных изделий авиационной техники и в настоящее время стоит задача повышения эксплуатационных характеристик этих изделий. Сейчас в мире широкое применение находят коррозионностойкие трип-стали, которые применяются взамен традиционных конструкционных сталей мартенситного класса. Применение коррозионностойких трип-сталей позволяет повысить технологичность конструкции за счет высокой пластичности при проведении штамповочных операций, повысить коррозионную стойкость изделий, снизить конечный вес изделия за счет применения более тонких листов и повысить безопасность из-за проявления трип-эффекта в условиях повышенных нагрузок, например, при возникновении аварийных ситуаций. Благодаря уникальным свойствам коррозионностойкие трип-стали получили распространение в авиационной отрасли, в которой они применяются, в основном, в виде листов и проволоки для изготовления упругих демпфирующих элементов в несущих системах и трансмиссиях вертолетов.

Актуальность проведения исследований механического поведения стали ВНС9-Ш связана с тем, что в настоящее время возникла острая необходимость повысить эксплуатационный ресурс авиационных деталей, изготавливаемых из этой стали и работающих в условиях сложнапряженного циклического нагружения. Кроме того, структурное состояние этой тонколистовой стали и влияние различных факторов на ее механическое поведение недостаточно изучено, что не позволяет в полной мере контролировать качество материала при производстве и в процессе эксплуатации.

Исследование структурно-фазового состояния материала и особенностей поведения стали ВНС9-Ш при деформировании (в условиях статического и циклического нагружения) представляется актуальным, поскольку позволит разработать конкретные рекомендации по повышению работоспособности ответственных деталей, производимых из этой стали.

Достижение цели работы, заключающейся в изучении особенностей структурного состояния тонколистовой аустенитно-мартенситной стали ВНС9-Ш (23Х15Н5АМЗ-Ш) и их связей с механическим поведением в условиях статического и циклического деформирования с учетом проявления трип-эффекта для повышения ресурса эксплуатации ответственных изделий авиационной техники, позволит расширить научно-технический задел в области материаловедения и термической обработки металлов, а также внесет вклад в решение задачи повышения эксплуатационной надежности авиационной техники.

Степень обоснованности научных положений выводов и рекомендаций, изложенных в работе Слизова А.К., заключается в следующем: для достижения поставленной в работе цели определены и решены следующие основные задачи:

– изучена структура и фазовый состав холоднокатаной ленты из стали ВНС9-Ш в поверхностном слое и по сечению листа. Установлено, что листовая холоднокатаная сталь ВНС9-Ш имеет аустенитно-мартенситную структуру с неравномерно распределенными фазами мартенсита и аустенита по сечению листа, поверхностный слой содержит преимущественно мартенсит;

– проведены исследования пластического деформирования и кинетики изменения фазового состава на различных стадиях статического и циклического деформирования, изучена скоростная зависимость механических свойств, исследованы факторы, определяющие уровень усталостной прочности стали ВНС9-Ш, определен интервал скоростей деформации обеспечивающих получение высоких механических свойств материала;

– на основе изучения взаимосвязи между фазовым составом стали ВНС9-Ш и комплексом механических свойств (σ_b , $\sigma_{0,2}$ или σ_T , δ , σ_R) установлен оптимальный состав стали ВНС9-Ш, определяющий максимальный уровень механических свойств. Показано, что наилучшие статические и усталостные характеристики соответствуют диапазону содержания мартенсита деформации в структуре стали в пределах от 40 % до 60 %, при которых наблюдается максимальное проявление трип-эффекта;

– исследовано влияние эксплуатационной наработки материала деталей (торсионов), изготовленных из стали ВНС9-Ш, на изменение циклической прочности. Показано влияние эксплуатационных нагрузок на уровень механических свойств материала;

– определено влияние режимов термической обработки (отпуска) стали ВНС9-Ш на структуру свойства материала в интервале температур от 125 °С до 700 °С. Определено, что стабильный уровень механических свойств сохраняется до температур отпуска 400 °С.

– разработаны дополнительные требования по уточнению технических условий на ленту из стали ВНС9-Ш в части введения контроля фазового состава на окончательном этапе производства ленты.

Научная новизна работы заключается в следующих положениях:

1. Установлено, что листовая холоднокатаная сталь ВНС9-Ш является естественным градиентным композитом с более прочным приповерхностным слоем, содержащим большее количество мартенсита деформации;

2. Установлены особенности пластического деформирования и кинетики изменения структурно-фазового состояния стали ВНС9-Ш в условиях статического и циклического деформирования;

3. Определено влияние скорости деформации на механические свойства с учетом проявления трип-эффекта;

4. Изучено влияние температуры отпуска на уровень механических свойств;

5. Установлены основные факторы определяющие уровень усталостной прочности стали;

6. Установлена взаимосвязь между оптимальным фазовым составом и повышенными характеристиками механических свойств стали ВНС9-Ш.

Достоверность научных положений, результатов и выводов подтверждается хорошим совпадением экспериментальных данных, полученных различными современными методами исследования, систематическим характером проведения исследований и обработки результатов, а также согласием полученных результатов с данными других авторов.

Практическая значимость работы заключается в также разработке ряда рекомендаций для уточнения ТУ 14-14126-86 «Лента из коррозионностойкой стали марки 23Х15Н5АМЗМЗ-Ш (ВНС9-Ш)», по которым производится оценка химического состава и уровня механических свойств стали ВНС9-Ш.

Основное содержание диссертации представлено в 16 статьях в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ. Получен 1 патент на изобретение.

Замечания по диссертации.

1. По оформлению и изложению работы следует сделать замечания: наличие орфографических ошибок, опечаток (стр. 17, 25, 28, 32, 36, 39, 40,

44, 49, 58, 91), несогласованные интервалы между абзацами (стр. 23), обозначения к графикам (стр. 52), обозначений «партия-серия» образцов (стр. 88); в подписи к рисунку 4.3 (стр. 53) присутствует ссылка на данные полученные на аппарате Rigaku, который не описан в тексте как средство измерения, не указана глубина вакуума при термической обработке образцов в печи MonoTherm (стр. 58), требования к механическим свойствам ленты по ТУ 14-14126-86 на стр. 25 и 94 разнятся между собой.

2. В диссертационной работе (стр. 100) предложено ввести в ТУ 14-14126-86 «Лента из коррозионностойкой стали марки 23X15H5AM3M3-Ш (ВНС9-Ш)» дополнительные требования в части введения контроля фазового состава на окончательном этапе производства ленты с целью получения высоких значений механических и усталостных свойств деталей. Однако, как было показано, фазовый состав по толщине листа не однороден. В тонком поверхностном слое он содержит большее количество мартенсита, чем в сердцевине. В то же время, при изготовлении торсионов могут применяться операции механической или иной обработки поверхности деталей, приводящие к утонению поверхностного слоя, что может привести к изменению фазового состава поверхностных слоев торсионов по сравнению с исходным фазовым составом ленты.

3. В диссертационной работе проведены исследования показывающие, что механические свойства ленты не изменяются после электрополировки на глубину 20 мкм (стр. 39), желательно провести подобного рода исследования применительно к усталостной прочности.

4. В работе указано, что при проведении испытаний на растяжение при определенных скоростях возможен локальный разогрев металла, приводящий к обратному превращению мартенсита в аустенит (стр. 55), то же указано для процесса циклического деформирования металла (стр. 68). Однако, данное предположение не подтверждено экспериментально.

5. Указано, что повышение предела текучести и пластичности у образцов вырезанных из торсиона косвенно связано с дополнительным образованием мартенсита деформации (стр. 88), однако в таблице 5.3 (стр. 87) указано, что соотношение аустенит/мартенсит по всем исследованным партиям (исходное состояние, 30% наработки, 100% наработки) составляет 40/60.

Отмеченные замечания не снижают научной значимости и практической ценности работы.

Заключение. Диссертация Слизова А.К. является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, посвященной актуальной научной проблеме, имеющей теоретическое и практическое значение.

Автореферат и опубликованные работы в полном объеме отражают основное содержание диссертации.

По актуальности темы, научной новизне, практической значимости и достоверности результатов представленная работа соответствует требованиям к кандидатским диссертациям, содержащимся в п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, и паспорта специальности 05.16.01 – Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metalliv i spлавов, a ee автор, Слизов Александр Кузьмич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metalliv i spлавов.

Кандидат технических наук
по специальности 05.16.01 –
Metallovedenie i termicheskaya
obrabotka metalliv i spлавов,
начальник лаборатории
«Конструкционные и специальные стали»
ФГУП «ВИАМ»

Громов Валерий Игоревич



Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов»
Государственный научный центр Российской Федерации
Адрес: 105005, г. Москва, ул. Радио, 17. Телефон: (495) 365-56-56. E-mail: gvi1965@mail.ru

Подпись к.т.н. Громова Валерия Игоревича удостоверяю.

Ученый секретарь

Шишимиров Матвей Владимирович