

**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».**

Одним из основных и наиболее сложных направлений в современном металловедении является совершенствование материалов для механизмов и конструкций в традиционных областях их применения. В полной мере сказанное относится к теме настоящей диссертации, посвященной обеспечению эксплуатационной надежности ответственных деталей авиационной техники из метастабильной аустенитно-мартенситной стали на основе углубленных исследований особенностей механического поведения данных материалов, связанных с проявлением трип-эффекта. Поэтому тема диссертации актуальная.

Основная задача диссертационного исследования состояла в исследовании связи структурного состояния тонколистовой трип-стали ВНС9-Ш с механическим поведением материала и, соответственно, с установлением оптимальных характеристик и их величин, определяющих высокую эксплуатационную надежность деталей.

В качестве основных пунктов научной новизны следует отметить следующее:

- Показано, что тонколистовую сталь ВНС9-Ш как материал можно отнести к естественным композитам с более прочным поверхностным слоем из-за повышенного содержания мартенсита деформации.

- Установлено оптимальное соотношение содержания  $\alpha$  и  $\gamma$  ( $\alpha=40-60\%$ ) в поверхностном слое, при котором достигается максимальное сопротивление материала статическим и переменным нагрузкам. При этом показано, что при испытаниях на растяжении на диаграммах « $\sigma$ - $\epsilon$ » фиксируется площадки текучести и в качестве предела текучести следует назначать величину  $\sigma_T$ .

- Получены представительные результаты исследования влияния на статическую и циклическую прочность самых различных условий испытаний и обрабо-

ток: скорости деформирования, температуры отпуска на механические свойства при растяжении; коэффициента асимметрии, наличия концентратора, способов обработки и т.п. на циклическую прочность. При этом рассмотрены связь с трип-эффектом изменения форм диаграмм работы при статическом и циклическом нагружении, установлены механизмы поведения материала на площадке текучести, на разных стадиях пластического деформирования, особенности распространения линий Чернова-Людерса в данном материале и т.п.

Практическая значимость работы связана с разработкой ряда рекомендаций для уточнения ТУ14-14126-86 «Лента из коррозионностойкой стали марки 23Х15Н5АМЗ-Ш (ВНС9-Ш)», по которым производится оценка химического состава и уровня механических свойств стальной ленты ВНС9-Ш. В частности, предложено в обязательном порядке при производстве этой стали контролировать фазовый состав готовой ленты, чтобы в поверхностном слое материала количество мартенсита деформации находилось в диапазоне 40-60%. Показало, что при сдаче готовой продукции, кроме определения механических свойств на статическое растяжение, эффективным является контроль характеристик усталостной прочности и наличие диаграммы « $\sigma$ - $\varepsilon$ » с площадкой текучести.

Даны рекомендации по методам механической обработки ленты и удалению с поверхности полимерных покрытий. На новый способ удаления покрытий с поверхности торсионов, изготовленных из стали ВНС9-Ш, получен патент на изобретение №2556251 «Способ электролитно-плазменного удаления полимерных покрытий с поверхности пластинчатого торсиона несущего винта вертолета».

В диссертации в качестве материала исследования рассматривается эффективная для изготовления ответственных деталей авиационных машин аустенито-мартенситная тонколистовая трип-сталь ВНС9-Ш, в которой сочетаются высокая прочность и пластичность со свойствами нержавеющей стали. Исследуется сталь после различных термических и механических обработок, в исходном состоянии и на различных стадиях эксплуатации, что позволяет достаточно определенно судить о возможном поведении материала при самых различных воздействиях.

Методология работы основана на широком использовании на всех этапах исследования современных методик физического металловедения на современном

оборудовании: в первую очередь, просвечивающей электронной микроскопии, рентгеноструктурного анализа, акустической эмиссии и т.п.

Именно применение современных методик на всех этапах исследования в первую очередь обеспечило достоверность полученных результатов и выводов.

Работа написана хорошим языком, большой экспериментальный материал изложен компактно, что существенно облегчило чтение этой информативной работы.

По тексту диссертации имеются следующие замечания:

1. В работе предлагается в ТУ на поставку ленты из стали ВНС9-III дополнить стандартные характеристики существующего контроля механических свойств ( $\sigma_{0,2}$ ,  $\sigma_b$ ,  $\delta$ ) оценками фазового состава поверхностного слоя,  $\sigma_T$  и  $\sigma_R$ . По мнению рецензента достаточно определить наличие физического предела текучести  $\sigma_T$  на диаграмме « $\sigma$ - $\epsilon$ », фиксируемой при приемо-сдаточных испытаниях, поскольку наличие площадки текучести, как явствует из материалов диссертации, прямо указывает на наличие оптимальной структуры и, соответственно, оптимального комплекса механических свойств.

2. В работе об усталостной прочности судили по испытаниям при повторном растяжении при положительном значении коэффициента асимметрии цикла  $R$  (в работе не указаны рассматриваемые величины  $R$  или  $\sigma_{\max}$  цикла). В то же время в работе указывается, что исследуемые детали работают в условиях сложно напряженного состояния. Насколько в этом смысле полны Ваши результаты? Есть ли вероятность воздействий с отрицательными значениями  $R$ ?

3. В работе указывается на сильное влияние концентраторов напряжения на сопротивление исследуемой стали высокой прочности циклическим нагрузкам (например, рис. 5.15). Какими мероприятиями следует избегать отрицательного влияния концентратора напряжений, случайно возникшего при изготовлении, транспортировке или эксплуатации детали: технологическими, конструктивными, расчетными?

Сделанные замечания не снижают положительной оценки диссертации.

В статьях диссертанта, изданных в журналах, рекомендованных ВАК, и в автореферате полностью отражено содержание работы. Считаю диссертацию законченной квалификационной исследовательской работой.

Научное значение работы заключается в установлении закономерностей связи микроструктуры тонколистовой нержавеющей и высокопрочностной стали ВНС9-Ш с сопротивлением статическим и переменным нагрузкам с учетом влияния трип-эффекта, на основе анализа которых определен фазовый состав поверхностного слоя, при котором обеспечивается оптимальная эксплуатационная надежность материала.

Практическая значимость заключается в установлении условий контроля ленты из исследуемой стали, обеспечивающих оптимальное механическое поведение материала.

В целом диссертация полностью соответствует п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ и паспорту специальности 05.16.01 (п.п. 2,3,5,11), а ее автор, Слизов Александр Кузьмич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01.

Официальный оппонент

Профессор, д.т.н., зав. сектором прочности проката и соединений

ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко

109428, Москва, 2-я Институтская ул. 6

Тел: 8-499-174-77-77 e-mail: [odesskiy@stroy.ru](mailto:odesskiy@stroy.ru)

Одесский П.Д.



Подпись руководителя П. Д. Одесского удостоверяю.

по персоналу С. А. Милошевский