

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Блинова Евгения Викторовича на тему: «Развитие систем легирования высокоазотистых аустенитных сталей для тяжелонагруженных изделий криогенной техники», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.01 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Представленная работа посвящена актуальной проблеме создания высокопрочных конструкционных аустенитных сталей путем разработки системы легирования высокоазотистых сталей и исследования пригодности таких материалов для тяжелонагруженных изделий криогенной техники.

Повышение прочности аустенитных сталей за счет легирования азотом позволяет полностью или частично заменить в этих сталях Ni, Cr, Mo, Mn, поскольку он обладает сильной способностью стабилизировать аустенит, превосходит другие легирующие элементы по упрочняющей способности и отличается низкой стоимостью.

Полная или частичная замена азотом углерода позволяет обеспечить получение микроструктуры с высокими показателями вязкости и коррозионной стойкости.

В автореферате к диссертационной работе представлена ее научная новизна и практическая ценность.

Достижение необходимого уровня механических свойств у азотистых сталей требует правильного выбора упрочняющих фаз, что является сложной научной задачей.

Научную новизну работы составляют разработанные автором принципы легирования азотистых сталей, на основе которых созданы высокоазотистые аустенитные стали системы Cr-Mn-Ni с твердорастворным упрочнением и с дисперсионным твердением наночастицами VN.

Автором установлена температура вязко-хрупкого перехода, зависящая от величины энергии дефектов упаковки (ЭДУ) Cr-Mn аустенитных сталей с содержанием азота более 0,4 %.

Аустенитные Cr-Mn-Ni стали с содержанием 0,5-0,6 %N и 6-8 %Ni, у которых ЭДУ аустенита  $> 25 \text{ МДж/м}^2$  не испытывают хрупкого разрушения при криогенных температурах.

Показано положительное влияние меди на повышение прочности, коррозионной стойкости и ударной вязкости вплоть до температуры испытания при (-196) °С, что позволяет использовать медьсодержащие азотистые стали для изделий криогенной техники

Установлен интервал горячей деформации высокоазотистых сталей 1100 – 1180 °С, позволяющий получать прутки и листы без образования горячих трещин. Показано, что при температуре нагрева ниже 1100 °С наблюдается понижение пластичности и ударной вязкости, связанное с выделением нитридов Cr<sub>2</sub>N, а при температуре выше 1180 °С – с ростом зерна аустенита и с возможным появлением дельта-феррита и  $\sigma$ -фазы.

Диссертант внес научный вклад в принципы легирования для разработки никелевых высокопрочных аустенитных и мартенситных сплавов

со сверхравновесным содержанием азота для работы при криогенных температурах.

Практическую ценность работы представляют разработанные новые аустенитные высокоазотистые стали с пределом прочности на 50-100% превышающие прочность традиционных аустенитных сталей, и обеспечить их применение для высоконагруженных изделий криогенной техники.

Разработаны режимы горячей пластической деформации, термической обработки и точения, позволяющие получить опытные партии литых и кованных заготовок, а также изготовить партии деталей болтов и винтов.

В качестве замечания следует отметить, что по разному сформулированы отдельные пункты научной новизны – в одном случае «развиты принципы легирования», в другом – «созданы научные основы» для разработки аустенитных сталей.

Указанное замечание не ставит под сомнение важность полученных результатов.

Таким образом, диссертационная работа на тему «Развитие систем легирования высокоазотистых аустенитных сталей для тяжело нагруженных изделий криогенной техники» соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям по специальности 05.16.01 - Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов и ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук.

Доктор технических наук  
по специальности  
05.16.01 – Материаловедение и термическая  
обработка металлов и сплавов,  
главный научный сотрудник  
ФГУП «ВИАМ»

Ломберг  
Борис Самуилович

Кандидат технических наук  
по специальности  
05.16.01 – Материаловедение и термическая  
обработка металлов и сплавов,  
Ведущий научный сотрудник  
ФГУП «ВИАМ»

Вознесенская  
Наталья Михайловна

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов»  
Государственный научный центр Российской Федерации  
Адрес: 105005, г. Москва, ул. Радио, 17. Телефон: (499) 263-86-94.  
E-mail: admin@viam.ru

Подписи д.т.н., Ломберга Бориса Самуиловича и к.т.н. Вознесенской Натальи Михайловны удостоверяю.

Ученый секретарь

Шишимиров Матвей Владимирович