

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Банных Игоря Олеговича **«Металловедческие основы создания многофункциональных высокоазотистых сталей аустенитного класса»**, представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.01-Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Институт металлургии и материаловедения имени А.А. Байкова Российской академии наук» (ИМЕТ РАН) и является законченной частью исследований, результаты которых обстоятельно представлены в 6 главах работы. Исследования направлены на развитие современных представлений о закономерностях формирования структурно-фазовых состояний, их влияния на физико-механические и эксплуатационные свойства высокоазотистых сталей (ВАС), установление границ рационального легирования, оптимизацию режимов термической и термомодеформационной обработки, позволяющих в максимальной степени реализовать уникальные характеристики этих сталей.

Целью диссертационной работы является разработка материаловедческих основ создания высокопрочных азотсодержащих коррозионностойких сталей с уникальным комплексом эксплуатационных характеристик и уточнение сферы их целесообразного использования.

Аустенитные жаропрочные Fe-Cr-Ni стали используются в активных зонах ядерных энергетических реакторах, но вследствие уменьшения никелем растворимости углерода в твердом гамма-растворе, стали этого класса имеют склонность к межкристаллитной коррозии вследствие выделения карбидных фаз по границам (Cr_{23}C_6) и обеднения матрицы хромом, и обладают сниженным уровнем ударной вязкости после отпуска. По этой причине в легковод-

ных реакторах первого поколения, оболочки твэлов, изготовленные из аустенитных сталей, часто вследствие МКК допускали разгерметизацию твэлов.

По сравнению с Fe-Cr-Ni сталями высокоазотистые аустенитные стали (ВАС) обладают более высокими показателями вязкости разрушения, коррозионной стойкости и стабильности аустенита при существенно меньшем содержании никеля, что делает их перспективным конструкционным материалом, отвечающим современным требованиям промышленности, и создание ВАС с лучшими эксплуатационными свойствами **является весьма актуальным.**

Научная и практическая ценность данного исследования состоит в том, что полученные в диссертационной работе результаты металлургических исследований легли в основу разработки принципов формирования структурно-фазовых состояний в ВАС при термических и деформационных воздействиях, общих подходов к выбору легирующих элементов с целью управления структурой и свойствами этих сталей, предложений возможных областей практического применения ВАС различных систем легирования, обладающих заданным комплексом свойств после оптимальных режимов деформационно-термической обработки.

Оценивая общий высокий **научный** уровень диссертационной работы Банных И.О. необходимо отметить ее комплексность, выраженную в том, что автору удалось с помощью современных методов исследования структурно-фазового состояния (СФС) и свойств ВАС, с помощью термодинамического анализа процессов перестроения СФС определить ряд важных металлофизических свойств ВАС, включая значения энергии активации роста зерен аустенита в процессе высокотемпературных термических обработок для ВАС различного состава, показать, что энергия активации роста зерна аустенита при рекристаллизации в интервале температур 900–1100 °С определяется в основном зернограничной диффузией главных компонентов сплава, в то время как в интервале температур 1100–1200 °С преобладают процессы объемной диффузии, определить значения энергии дефекта упаковки (ЭДУ) для

азотистых сталей различного химического состава и показать, что снижение ЭДУ в исследованных сталях приводит к росту их прочностных свойств в отожженном состоянии, что элементы внедрения (углерод и азот) увеличивают ЭДУ.

Несомненная **практическая** удача автора работы достигнута благодаря комплексного и эффективного применения современных экспериментальных методик термомеханической обработки, изучения усталостной прочности, анализа механизмов разрушения азотистых сталей в интервале вязко-хрупкого перехода после закалки от 1100 °С и нагрева до 850 °С, доказательств отсутствия коррозионного растрескивания ВАС под напряжением в 3,5%-ном водном растворе NaCl, представления результатов по особенностям распада аустенита в процессе пластической деформации, доказательств того, что объемный эффект мартенситного превращения при распаде метастабильного аустенита $\gamma \rightarrow (\alpha + Cr_2N)$ в результате пластической деформации ВАС может быть как положительным, так и отрицательным. Достижением работы является получение патентов на разработанные высокоазотистые стали.

В качестве замечания не могу не выразить сожаления по поводу отсутствия в диссертации исследований радиационной стойкости ВАС. Надеюсь на то, что в будущем И.О.Банных найдет возможность обосновать применения ВАС в активных зонах ЯЭУ.

В целом диссертационная работа оставляет хорошее впечатление о высоком научном уровне работы, высокой квалификации и эрудиции автора работы, о большом объеме прекрасно представленного и проанализированного экспериментального материала, в том числе, по новым технологическим схемам обработки ВАС. Все положения, вынесенные автором на защиту, доказаны, выводы обоснованы. По теме диссертации опубликовано **30** работ, в том числе **22** статьи в научных рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК РФ для публикации результатов докторских диссертаций, **4** патента на изобретение и **1** монография. Работа докладывалась на многочисленных конференциях и совещаниях и хорошо известна научной общественности.

конференциях и совещаниях и хорошо известна научной общественности.

Диссертационная работа полностью соответствует критериям Положения ВАК Российской Федерации по докторским диссертациям, тематика и результаты работы полностью соответствуют паспорту специальности 05.16.01-Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Представленные в диссертации научные положения и выводы можно квалифицировать как крупное научное достижение в развитии научного направления «Новые материалы».

Считаю, что диссертационная работа «**«Металловедческие основы создания многофункциональных высокоазотистых сталей аустенитного класса»**», достойна высокой оценки, а ее автор, **Банных Игорь Олегович**, за крупный научный вклад в развитие научного направления «Новые материалы» заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.01 – металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Профессор,
И.о. заведующего кафедрой
«Физические проблемы
материаловедения» НИЯУ МИФИ,
доктор физ.-мат. наук, профессор,
Заслуженный деятель науки и техники РФ,
Заслуженный работник высшей школы РФ,
115409, Москва, Каширское шоссе, 31
Тел.: +7 (495) 788-56-99, доб. 94-27,
e-mail: BAKalin@mephi.ru



Калин Борис
Александрович

31.05.2021 г.

