

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Пожого Василия Александровича «Закономерности формирования структуры, технологических и механических свойств сплава на основе алюминидов титана при термоводородной обработке» по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Сплавы на основе интерметаллидов титана широко применяются в авиационной и космической технике в виду их легкости и жаропрочности. Однако пониженная пластичность этих сплавов затрудняет получение из них деформированных полуфабрикатов традиционными способами термомеханической обработки. Кроме того ответственные детали газотурбинных двигателей должны быть не только жаропрочными, но и жаростойкими, коррозионностойкими и эрозионностойкими. Потребность в модификации поверхностных слоев за счет внешних энергетических воздействий увеличилась. Например, азотирование поверхности титанового сплава в плазме дугового разряда низкого давления в смеси газа азот и аргон способствует увеличению адгезионного изнашивания. Предлагаемая в работе вакуумное ионно-плазменное азотирование для титановых сплавов на основе алюминидов титана практически не освоена. Поэтому исследование процессов создания регламентированных структур, как в объеме, так и на поверхности интерметаллидных титановых сплавов является современной и актуальной.

Научной новизной исследований считаем, что предложен комплексный подход для решения проблемы деформируемости сплава, формирования оптимального структурного состояния и комплекса свойств за счет водородных технологий, сочетающих термоводородную обработку и водородное пластифицирование. Кроме того, были проведены исследования вакуумного ионно-плазменного азотирования поверхности интерметаллидных титановых сплавов для повышения ресурса и долговечности изделий в экстремальных условиях эксплуатации.

Практическая значимость исследований заключается в том, что показана возможность и эффективность применения комплексной технологии обработки опытного жаропрочного сплава на основе алюминидов титана, включающей термоводородную обработку, водородное пластифицирование и ионно-плазменное азотирование. Это позволило получить прокаткой листы толщиной два миллиметра из литого сплава, предварительно включающая наводороживающий отжиг за восемнадцать проходов при температуре 950-800 С<sup>0</sup>. Такие режимы прокатки соответствуют режимам, применяемым для традиционных титановых сплавов.

Однако, известно, что титановые сплавы при температурах нагрева под прокатку, термическую обработку активно взаимодействует с кислородом, азотом и с другими газами атмосферы. Наличие газонасыщенных толстых слоев может приводить к поверхностным разрывам при прокатке, а готовые листы вследствие этого могут иметь пониженную пластичность. При разработке технологии также необходимо учитывать способность титановых сплавов поглощать большое количество водорода при нагреве. Необходимо точно определять концентрацию водорода и температуру для деформационного разупрочнения данного титанового сплава за счет динамической

рекристаллизации вторичной  $\alpha$ -фазы. При этом надо учитывать соотношение объемных долей вторичной  $\alpha$ -фазы и  $\beta$ -фазы в области ( $\alpha_2 + \beta$ ). В материале автореферата показано, что разработаны двухступенчатые режимы термовакuumной обработки, обеспечивающие пластичность и вязкость сплава с определенной объемной долей первичной глобулярной долей вторичной  $\alpha$ -фазы при температуре 700 С<sup>0</sup>. Образование упрочненного азотом поверхностного слоя сплава при применении вакуумного ионно-плазменного азотирования поверхности происходит при температуре 600 С<sup>0</sup>. Реализована технология прокатки листов толщиной 2 мм из сутунки размерами 150x80x20 мм из данного сплава в литом состоянии, наводороженной до концентрации 0,44% водорода с суммарным обжатием 90% при температурах 950-800 С<sup>0</sup> с последующим старением в вакууме. При прокатке в таких условиях наверняка надо использовать защитное покрытие, либо длительность горячей прокатки значительно меньше, чем время вакуумного нагрева. Этот момент не имеет отражения в материале автореферата.

Приведенное замечание не снижает теоретической и практической значимости диссертационной работы, которая должна внести значимый вклад в производство изделий из титановых сплавов на основе алюминидов титана. Считаем, что диссертационная работа Пожого Василия Александровича «Закономерности формирования структуры, технологических и механических свойств сплава на основе алюминидов титана при термоводородной обработке» удовлетворяет требованию ВАКа, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Академик РАН, доктор технических наук,  
заведующий кафедрой обработки металлов  
давлением федерального государственного  
автономного образовательного учреждения  
высшего образования «Самарский национальный  
исследовательский университет имени  
академика С. П. Королева», профессор

Ф.В. Гречников

Доктор технических наук,  
профессор кафедры обработки металлов  
давлением федерального государственного  
автономного образовательного учреждения  
высшего образования «Самарский национальный  
исследовательский университет имени  
академика С. П. Королева»

В.А. Михеев

Служебный телефон: 8(846)2674601

E-mail: [vamicheev@rambler.ru](mailto:vamicheev@rambler.ru)

Служебный адрес:

443086, г. Самара,

Московское шоссе, 34, пятый корпус

кафедра обработки металлов давлением



Гречиков Ф.В., Михеев В.А. удостоверяю.

Материалы от отдела сопровождения деятельности  
членов советов Самарского университета

Васильева И.П.

20\_\_ г.