

ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ЗАВОД ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ  
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ КОРПОРАЦИИ "ЭНЕРГИЯ" имени С.П. КОРОЛЕВА"

25.12.14г. № 124/475

На №

Секретарю совета  
«Д212.092.06» -  
Колыхалову Д.Г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы  
«Пневмотермическая формовка трёхслойных клиновидных панелей из  
титановых сплавов»

Колесникова Алексея Владимировича, представленного к защите по  
специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство  
летательных аппаратов»

Традиционно многослойные панели из конструкционных сплавов изготавливаются сборкой отдельных элементов панелей (заполнителя и внешних обшивок) методом точечной сварки, либо заклёпочным соединением. Отдельные элементы панелей изготавливаются штамповкой на листоштамповочных молотах с нагревом. Таким образом, изготовление многослойных конструкций, особенно из титановых сплавов сопряжено с большой трудоемкостью.

Расширить возможности изготовления таких конструкций можно с помощью пневмотермической формовки в режиме сверхпластичности (ПТФ), которая является перспективным технологическим процессом изготовления листовых деталей из трудно-деформируемых сплавов. Благодаря



пневмотермической формовки открываются возможности изготавливать сложные по форме изделия, отвечающие возрастающим требованиям к конструкциям современных летательных аппаратов. Особенно это актуально для изготовления многослойных конструкций из титановых сплавов совмещенным технологическим процессом пневмотермической формовки и диффузионной сварки (ПТФ/ДС). Однако широкое применение ПТФ/ДС затрудняется сложностью её реализации, необходимостью строгого соблюдения и поддержания режима сверхпластического деформирования.

Научной новизной данной работы является определение расчётных технологических параметров изготовления трёхслойных клиновидных панелей из титановых сплавов методом ПТФ/ДС с учетом конструктивных особенностей заполнителя. Описанные в работе проблемы при изготовлении трёхслойных клиновидных панелей характерны и для других многослойных конструкций из титановых сплавов. Данные автором методики и рекомендации позволяют избежать проблем при изготовлении таких конструкций. Рекомендации касаются вопросов рационального выбора параметров заполнителя на стадии проектирования конструкций, а также технологических рекомендаций по выбору способа и режимов формовки.

В связи с выше изложенным, работа будет полезна как технологам, работающим по направлению ПТФ/ДС, так и конструкторам, проектирующим многослойные конструкции из титановых сплавов.

К недостаткам работы можно отнести следующее:

1. В работе используется принцип замены прогиба обшивки панели прогибом рифта для определения значений критического прогиба. В автореферате не представлена схема формовки рифта, с заданными граничными условиями и нагружением в программном комплексе MSC «Marc».
2. В работе рассматриваются клиновидные панели с обшивками, не имеющими кривизны. Не показана возможность применения полученных зависимостей для производства многослойных панелей, имеющих кривизну поверхности.

Однако перечисленные недостатки не снижают значимости работы, а результаты работы являются новыми и актуальными для аэрокосмической отрасли.

Выполненная работа удовлетворяет всем требованиям по выполнению кандидатских диссертаций, а Колесников Алексей Владимирович достоин

присвоения учёной степени кандидата технических наук по специальности  
05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных  
аппаратов».

Первый заместитель главного  
инженера – главный технолог  
завода – начальник технологического  
Управления – кандидат технических наук.



С. Ю. Шачнев

Главный металлург – заместитель  
начальника технологического  
Управления

В.Ю. Дядченко