

В диссертационный совет 24.2.307.01  
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный  
исследовательский технический  
университет»  
Ученому секретарю совета,  
к.т.н., доценту  
Вулых Н.В

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Минаева Николая Владимировича на тему  
«Совершенствование технологии формообразования оребренных панелей раскаткой  
роликами и дробеударной обработкой», представленной на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности 2.5.6. – Технология машиностроения

Актуальность работы заключается в том, что в авиа- и ракетостроении широкое применение находят крупногабаритные монолитно-фрезерованные панели двойной кривизны с продольным оребрением. Сложность их формообразования при высоких требованиях к точности и трудоёмкость существующих методов (прессовая гибка, ручная раскатка) определяют необходимость создания управляемых, автоматизированных технологий. Диссертационная работа Минаева Н.В., направленная на совершенствование комбинированного процесса «раскатка роликами – дробеударное формообразование» (РР–ДУФ) с использованием конечно-элементного моделирования и оборудования с ЧПУ, безусловно, является актуальной и соответствует приоритетам развития отечественного машиностроения.

Научная новизна работы заключается в получении следующих новых результатов: выявлена закономерность и предложен способ компенсации влияния технологической наследственности операции ДУФ на продольную кривизну детали за счёт управляемого воздействия при раскатке; обоснована применимость метода эквивалентной растягивающей силы для расчёта деформаций при условии полного геометрического подобия образцов и реальных деталей; установлено взаимовлияние соседних рёбер при последовательной раскатке, что позволило обосновать разбиение панели на расчётные участки; предложена расчётная модель, связывающая глубину внедрения роликов с регулируемыми параметрами оборудования, что дало возможность заменить натурные эксперименты конечно-элементным моделированием.

Практическая значимость работы состоит в том, что разработанная методика расчёта технологических параметров процесса РР–ДУФ позволила создать специализированное программное обеспечение для автоматизации расчётов и генерации управляющих программ. С участием автора спроектирована и внедрена в производство установка УФП-1 с ЧПУ, защищённая патентом РФ на полезную модель. Технологические рекомендации и документация используются в серийном производстве, что подтверждает практическую ценность работы.

Обоснованность и достоверность результатов обеспечены применением современных методов конечно-элементного моделирования (LSTC LS-Dyna), экспериментальной проверкой на конструктивно-подобных образцах с использованием цифровых измерительных средств и механического метода определения остаточных напряжений. Сопоставление расчётных и экспериментальных данных показало расхождение не более 5–9 %, что свидетельствует о корректности разработанных моделей.

По автореферату имеются следующие замечания и вопросы:

1. В автореферате не указано, каким образом учитывается влияние исходных остаточных напряжений заготовки (состояние поставки и после фрезерования) на процесс последующего формообразования, и влияет ли этот фактор на точность расчёта режимов РР.
2. На рисунке 10 приведены графики зависимости стрелы прогиба от глубины внедрения роликов и от давления, причём указано, что аппроксимация выполнена полиномами

