

Рябков В.И., Лебединский А.Г., Редько А.А., Данов А.С.,
Урбанович В.А., Федотов М.Н., Чуб В.В.

Исследование и разработка методов и способов обеспечения усталостной долговечности и надежности комбинированных заклепочных соединений.

На основе анализа долговечности и надежности современных соединений и стыков элементов авиационных конструкций показано, что традиционные заклепочные соединения элементов металлических авиаконструкций (как непотайные, так и потайные) имеют ряд существенных недостатков: низкое сопротивление усталости; негерметичность без дополнительных средств герметизации. Они, также, не могут быть применены для соединения элементов композиционных материалов (КМ) без доработок и дополнительных элементов.

В то же время, введение дополнительных элементов в конструкцию заклепки или соединения (поднутрения, компенсаторов, ограничительных шайб, втулок и др.), а также сочетания этих элементов и модификации способов клепки может существенно увеличить сопротивление усталости, герметичность, коррозионную стойкость соединения, а следовательно, надежность и ресурс конструкции. Комбинированные заклепочные соединения в ряде случаев могут быть успешно применены для соединения элементов конструкций, содержащих КМ.

Приведена классификация данных типов соединений, сформулированы требования к крепежу и соединениям и определены критерии оценки качества для выбранных перспективных вариантов соединений. К заданным критериям относятся: усилие клепки и размеры закладной и замыкающей головок заклепки, радиальный натяг, НДС соединений и сопротивление усталости контрольной партии соединений.

Для оценки влияния конструктивно-технологических параметров соединений и их отклонений на показатели качества соединения определены уравнения регрессии.

Проведена оценка напряженно-деформированного состояния (НДС) элементов комбинированного заклепочного соединения; замыкающей головки в процессе клепки; ограничительного элемента-шайбы; НДС от клепки деталей соединяемого пакета с учетом уравнений регрессии.

В работе получены зависимости радиального натяга от конструктивно-технологических параметров для высокоресурсных соединений, выполненных заклепками с компенсатором ОСТ I 34040-79, ОСТ I 34052-85, с учетом технологических отклонений, позволившие разработать технологический процесс клепки, реализующий радиальный натяг $\Delta_n = (1,0 \dots 2)\%$ для закладной и $\Delta_n = (2 \dots 4)\%$ для замыкающей головки, а также повышающий усталостную долговечность в 1,3...2 раза.

Аналогичным образом, с использованием регрессионного анализа, получены зависимости радиального натяга для соединений ПКМ выполненных титановыми заклепками ОСТ I 34008-89 с шайбами, обеспечивающие максимальный радиальный натяг не более 4,0%.

Разработанная методика позволяет подобрать такие усилия и способ клепки, которые обеспечивают требуемые размеры замыкающей головки заклепки и статическую прочность соединения, а также величину радиального натяга в соединении и, следовательно, требуемый уровень усталостной долговечности и герметичности соединений.

На основе проведенных исследований разработаны технологические рекомендации, инструкции, РТМ, которые внедрены в серийное производство самолетов АНТК им.О.К.Антонова.