

УДК 629.735.33.033

**В.Г. Чистяк**

*Харьковский национальный экономический университет*

**Экспериментальные исследования поводок обшивки при выполнении высокоресурсных соединений импульсной клепкой**

*Предложена методика исследований поводок поверхности обшивки (утяжек и выпучиваний) клепаемой конструкции. Приведены в сравнении результаты исследований поводок для соединений, выполненных многоударной и импульсной клепкой обычными и высокоресурсными заклепками. Показано также влияние на поводки обшивки величины осадки замыкающих головок заклепок и масс поддержки.*

Качество соединений определяется радиальными натягами, поводками обшивки, сжатием склепываемых деталей, плотностью контакта закладных головок заклепок с поверхностью обшивки. Очевидно, этим объясняется применение в клепально-сборочном производстве наряду с обычными заклепками (типа ЗП и ЗУ) различных конструкций заклепок с компенсаторами на закладных головках (ЗВУКК, ЗУКК, ЗУГ, ЗУК и др.), способствующих лучшему распре-

делению радиального натяга в соединениях и, следовательно, повышению их ресурса и герметичности. Решающее влияние на аэродинамическое качество самолетов оказывают поводки поверхностей внешнего обвода планера (утяжки и выпучивания обшивки), являющиеся следствием клепально-сборочных работ.

Комплексным решением проблем условий труда клепальщиков, качества соединений и производительности сборочно-монтажных работ считается внедрение импульсной клепки взамен клепки многоударными молотками [1].

Для исследований поводов обшивки применялись образцы размерами 400х600 мм. Образцы представляли собой листовые панели, подкрепленные стрингерным набором в виде угловых профилей. Толщина пакета склепываемых деталей  $S = 4$  мм, материал деталей – Д16Т, заклепок – В65. Такие образцы имитируют типовые конструкции продольных заклепочных швов фюзеляжей, панелей крыльев и соответствуют наиболее распространенным сочетаниям материалов пакетов и заклепок, применяемых в самолетостроении. Экспериментальная панель закреплялась по ее периметру на жестком каркасе. Клепка осуществлялась импульсными молотками МПИ-90 (с обжимкой массой  $m_0 = 0,16$  кг и сферической лункой радиусом  $R_{сф} = 4$  мм), а также многоударными молотками КМП-23 обратным методом.

Отверстия в пакете выполнялись сверлом-разверткой  $\varnothing 4,05Н9$  с последующим зенкованием потайных гнезд. Припуск стержня под замыкающую головку был равным 5 мм. Образцы подвергались комплексному исследованию радиальных натягов и поводов, оценивалось их качество по средним значениям измерений для 15...28 заклепок.

Предварительные исследования показали, что поводки обшивки при клепке носят в основном локальный характер, сохраняя общую геометрическую форму. Для измерения величин утяжки  $\delta_y$  и выпучиваний  $\delta_v$  обшивки применялось приспособление, содержащее две опорные ножки, расположенные на базовом расстоянии  $A$  в одной плоскости с наконечником индикатора часового типа. Предварительно стрелка индикатора устанавливалась «на нуль» на эталонной поверхности. Измерения осуществлялись в двух диаметрально противоположных точках в плоскостях измерения, расположенных по одну или по обе стороны головок в непосредственной их близости ( $\sim 0,3...0,5$  мм). Поводки обшивки оценивались по средним значени-

ям в точках измерений. База измерений А выбиралась большей максимального размера зоны исследуемых поводок и ограничивалась значениями, исключая влияние зон поводок от смежных заклепок шва. Для образцов с шагом постановки заклепки 25 мм база измерения была принята равной  $A = 18$  мм.

Влияние массы поддержки на поводки при импульсной клепке оценивалось по соединениям, выполненным заклепками ЗП-4-9 с поддержками массой  $m_n = 0,7$  и 25 кг. Дополнительное влияние деформаций закладных головок заклепок исключалось применением поддержек с соответствующими лунками ЗП. При одинаковых степенях осадки заклепок ( $\bar{D}_{з.г.} = 6,35...6,38$  мм), с уменьшением массы поддержек средние значения выпучивания обшивки (см. табл.) увеличиваются от  $\delta_b = 0,003$  мм ( $m_n = 25$  кг) до  $\delta_b = 0,042$  мм ( $m_n = 0,7$  кг). Поддержка меньшей массы, перемещаясь в процессе импульсной клепки на большую величину, вызывает большие прогибы обшивки, что способствует ее локальным остаточным деформациям (выпучиванию).

Средние значения поводок обшивки

Тип заклепки	Способ клепки	Масса поддержки $m_n$ , кг	Диаметр зам. головки $\bar{D}_{з.г.}$ , мм	Поводки, мм	
				утяжки, $\delta_y$	выпучивание, $\delta_b$
ЗП-4-9	Импульсная	0,7	6,35		0,042
	Импульсная	25	6,38		0,003
	Импульсная	2,5	6,43		0,040
	Многоу-дарн.	2,5	6,4	0,054	
ЗВУКК-4-9	Импульсная	2,5	6,24		0,086
	Многоу-дарн.	2,5	6,43	0,046	
ЗУКК-4-9	Импульсная	0,7	6,41		0,28
	Импульсная	0,7	6,05		0,11
	Импульсная	25	6,8		0,04
	Импульсная	25	6,0		0,004
	Импульсная	2,5	6,54		0,06
	Многоу-дарн.	2,5	6,24	0,098	
ЗУГ-4-9	Импульсная	0,7	6,05		0,002
	Импульсная	25	6,0	0,052	
	Импульсная	2,5	6,2	0,032	
	Многоу-дарн.	2,5	6,37	0,074	

Продолжение табл.

Тип заклепки	Способ клепки	Масса поддержки $m_n$ , кг	Диаметр зам. головки $\bar{D}_{з.г.}$ , мм	Поводки, мм	
				утяжки, $\delta_y$	выпучивание, $\delta_b$
ЗУК-4-9	Импульсная	2,5	6,68		0,282
	Импульсная	2,5	6,24		0,052
	Многоу-дарн.	2,5	6,26	0,044	
ЗУ-4-9	Импульсная	2,5	6,34		0,020
	Многоу-дарн.	2,5	6,38	0,062	

Тенденция роста величины выпучивания обшивки при клепке с поддержками минимальной массы ( $m_n = 0,7$  кг) наблюдается также и для потайных заклепок с компенсаторами ЗУКК и ЗУГ.

Исследования поводок обшивки при клепке с поддержкой массой  $m_n = 2,5$  кг, приемлемой для работы и находящейся в рекомендуемых нами пределах, показали удовлетворительные результаты. Выпучивание обшивки для непотайных заклепок ЗП и ЗВУКК при клепке с плоской рабочей поверхностью поддержки составляет  $\delta_b = 0,04$  мм и  $\delta_b = 0,086$  мм соответственно. В этой связи при импульсной клепке заклепками ЗВУКК требуется применение поддержек с соответствующей лункой или ограничения осадки  $D_{з.г.} = (1,5 + 0,05)d$  не только из-за чрезмерной деформации закладных головок, но и для уменьшения поводок обшивки.

Поводки обшивки для соединений, выполненных заклепками ЗУКК, даже при осадке, превышающей номинальную осадку ( $\bar{D}_{з.г.} = 6,54$  мм), находятся в допустимых пределах ( $\bar{\delta}_b = 0,06$  мм). Соединения же, выполненные заклепками ЗУГ и ЗУК, отличаются некоторыми особенностями. Для заклепок ЗУГ характерны утяжки обшивки ( $\bar{\delta}_y = 0,052$  мм,  $m_n = 25$  кг), определяющиеся жесткостью компенсатора, степенью осадки заклепки и кинематикой процесса. Устранению утяжек способствует применение поддержек минимальной массы. Так, при клепке с поддержкой массой  $m_n = 0,7$  кг поводки приобретают даже форму выпучивания ( $\bar{\delta}_b = 0,002$  мм). При применении поддержки массой  $m_n = 2,5$  кг утяжки обшивки частично сохраняются ( $\bar{\delta}_y = 0,032$  мм).

Выпучивание обшивки при незначительных степенях осадки заклепок ЗУК ( $\bar{D}_{з.г.} = 6,24$  мм) составляет  $\bar{\delta}_в = 0,06$  мм, однако выступание их закладных головок над поверхностью пакета находится в пределах 0,23...0,35 мм. С увеличением степени осадки ( $\bar{D}_{з.г.} = 6,68$  мм) выступание закладных головок уменьшается (до 0,17 мм), но увеличивается выпучивание обшивки  $\bar{\delta}_в = 0,28$  мм. Это объясняется малой жесткостью компенсатора заклепки ЗУК, что способствует значительному ее перемещению и, следовательно, прогибу пакета в процессе деформирования.

При многоударной клепке обратным методом поводки для всех соединений имеют форму утяжек ( $\bar{\delta}_у = 0,046...0,098$  мм).

---

Чистяк, В.Г. Процесс образования соединений заклепками с компенсаторами при импульсной клепке [Текст] / В.Г. Чистяк // Підвищення надійності відновлюємих деталей машин. Фізичні та комп'ютерні технології: Вістник Харківського державного технічного університету сільського господарства. Вип. 10. Харків, 2002. С. 150-153.