

УДК 629.735.33.033

В.Г. Чистяк

Харьковский национальный экономический университет

Исследования радиальных натягов в соединениях при импульсной клепке

Приведены результаты экспериментальных исследований радиальных натягов и характера их распределения в потайных и непотайных заклепочных соединениях. Подтверждено улучшение качества соединений, выполненных импульсной клепкой по сравнению с клепкой многоударными молотками и с прессовой клепкой. Показано влияние на натяг соотношения масс поддержки и обжимки, а также деформации закладных головок заклепок.

Определяющим качеством заклепочных соединений был принят общепризнанный критерий их ресурса и герметичности – величина радиального натяга и характер его распределения по толщине пакета соединяемых деталей.

Для исследований применялись экспериментальные панели, имитирующие типовые конструкции продольных заклепочных швов фюзеляжей, панелей крыльев, которые соответствуют наиболее распространенным сочетаниям материалов пакетов и заклепок, применяемых в самолетостроении. Толщина пакета $S = d = 4$ мм, материал деталей – Д16Т, заклепок – В65. Образцы закреплялись по периметру на жестком каркасе. Клепка выполнялась импульсными пневматическими МПИ-90 с обжимкой (массой $m_0 = 0,16$ кг и радиусом полусферической лунки $R_{сф} = d = 4$ мм) и многоударными КМП-23 молотками, применяя характерный при стапельной сборке обратный метод клепки. Для сравнения клепались также аналогичные образцы на прессе КП-204М.

Отверстия в пакетах выполнялись сверлом-разверткой $\varnothing 4,05H9$ с последующим зенкованием потайных гнезд. Припуск стержня для замыкающей головки был равным 5 мм. Оценивалось качество соединений по средним значениям измерений для 15...28 заклепок.

Исследовались величина радиального натяга и характер его распределения в цилиндрической части отверстия пакета, а также в конических гнездах для потайных соединений.

Исследования влияния на величину и на характер распределения радиального натяга массы поддержки проводились для непотайных соединений, выполняемых заклепками типа ЗП–4–9 с поддержками массой $m_n = 0,7$ и 25 кг. В целях уменьшения дополнительного влияния пластических деформаций закладных головок применялись поддержки с лунками по форме головок, ограничивающими деформации последних в процессе клепки. Было установлено, что при степенях осадки замыкающих головок заклепок близких к номинальным ($\bar{D}_{з.г.} \approx 6,35...6,38$ мм), и при незначительных осадках закладных головок ($\bar{\alpha}_n < 0,02$ мм) средняя величина радиальных натягов в пакетах для исследуемых случаев сохраняется в пределах $\bar{\Delta} \approx 2...2,1\%$ (рис. 1). Наблюдалось незначительное увеличение натяга в области закладных головок при клепке с минимальной массой поддержки ($m_n = 0,7$ кг, $n = \frac{m_n}{m_0} = 4,4$). Однако, расхождение в натягах при клепке поддержками, с отличающимися более чем в 30 раз их массами ($m_n = 0,7$ кг – кривая 1 и $m_n = 25$ кг – кривая 2, рис. 1), незначительно, и практического интереса не представляет.

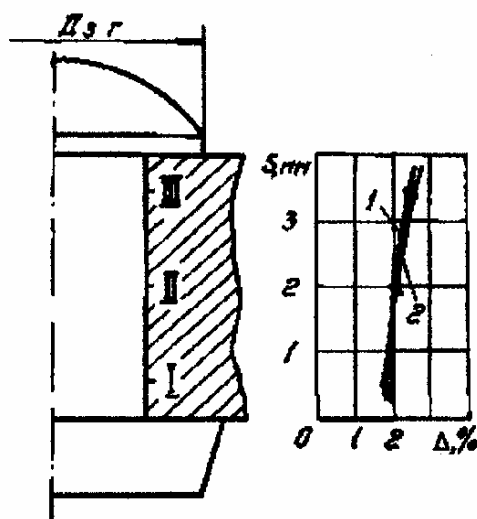


Рис. 1. Влияние массы поддержки на распределение радиального натяга в соединениях, выполненных импульсной клепкой (заклепка ЗП–4–9)

Так как влияния изменяемой в широких пределах массы поддержки на величину натяга не установлено, то при экспериментах применялись поддержки массой $m_n = 2...2,5$ кг, приемлемой по условиям труда клепальщиков.

Анализ результатов, представленных на рис. 2 и 3, показывает, что импульсная клепка обеспечивает повышение радиального натяга для непотайных заклепок типа ЗП в 2...4 раза, а для ЗУ, применяемых в потайных соединениях, – до 2,5 раз по сравнению с многоударной (обратным методом) и прессовой клепкой.

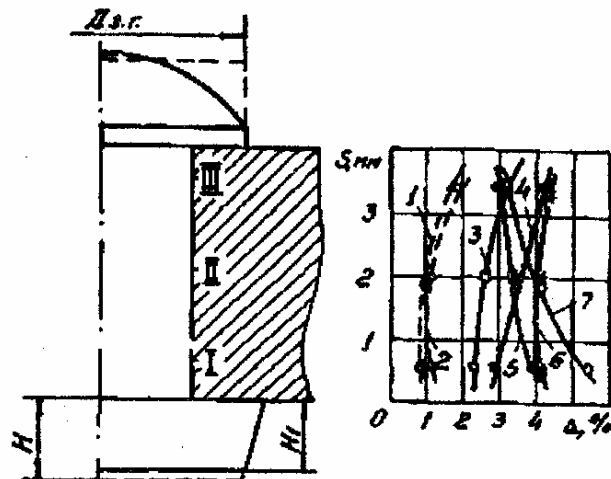


Рис. 2. Распределение радиального натяга в соединениях, выполненных заклепками ЗП-4-9: 1 – многоударной клепкой $D_{з.г.} = 6,4$ мм; 2 – прессовой $D_{з.г.} = 6,44$ мм; 3 и 4 – импульсной (поддержка с лункой ЗП) $D_{з.г.} = 6,45$ мм и $D_{з.г.} = 6,56$ мм; 5, 6 и 7 – импульсной клепкой, соответственно: $D_{з.г.} = 6,43$ мм, $D_{з.г.} = 6,59$ мм и $D_{з.г.} = 6,8$ мм

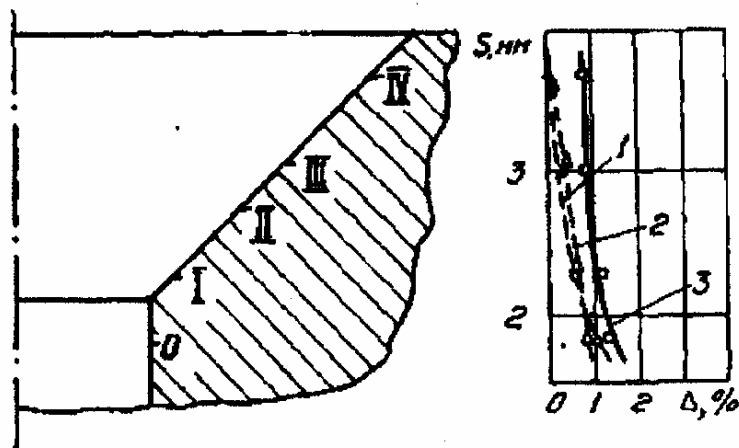


Рис. 3. Распределение радиального натяга в области потайного гнезда для соединений, выполненных заклепками ЗУ-4-9: 1 – многоударной клепкой ($D_{з.г.} = 6,38$ мм); 2 – прессовой клепкой ($D_{з.г.} = 6,3$ мм); 3 – импульсной клепкой ($D_{з.г.} = 6,34$ мм)

Применение при импульсной клепке заклепками ЗП поддержки с лункой, ограничивающей деформирование закладной головки, снижает величину радиального натяга в ее области в 1,5 раза по сравнению с натягом в области замыкающей головки (рис. 3, кривые 3 и 4). Клепка ЗП с поддержкой, содержащей гладкую рабочую поверхность, при образовании полукруглых замыкающих головок за счет повышения технологического усилия их стесненного деформирования сопровождается значительной деформацией закладных головок (допускается до $\alpha_n = 0,1d$). Благодаря этому повышается радиальный натяг в области закладных головок, улучшается равномерность его распределения в пакете (рис. 3, кривые 5 и 6). Убедительно иллюстрируют влияние деформации закладной головки заклепки на распределение радиального натяга графики (рис.4), построенные по результатам исследований импульсной клепки заклепками ЗП-4-9 и соответствующими стержнями $\varnothing 4$ мм. При клепке применялась поддержка с плоской рабочей поверхностью ($m_n = 2,5$ кг), форма замыкающей головки – полукруглая ($D_{з.г.} = 6,8$ мм). Из графиков видно, что импульсная клепка обеспечивает практически равномерное распределение натяга для стержня (кривая 2), деформация же закладной головки ЗП ($\bar{\alpha}_n = 0,33$ мм) способствует дополнительному росту натяга в ее области на 2,5%.

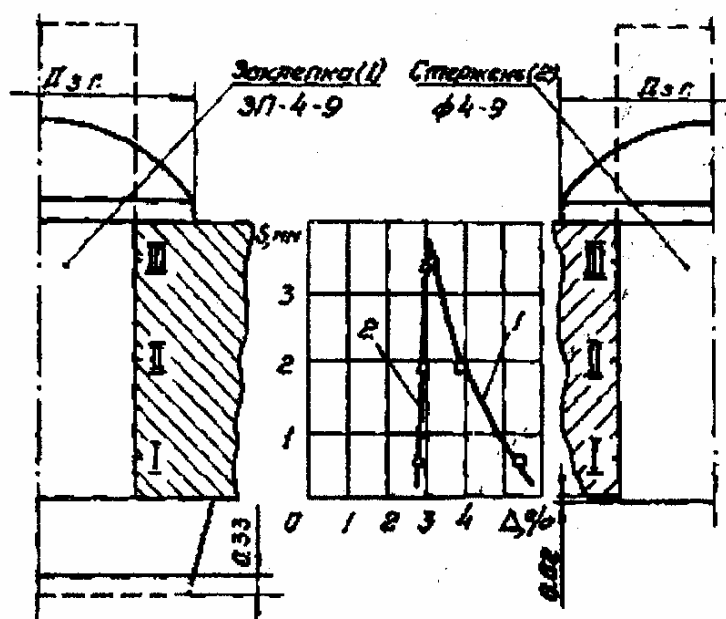


Рис. 4. Влияние деформации закладной головки заклепки на распределение радиального натяга при импульсной клепке ($m_n = 2,5$ кг $D_{з.г.} = 6,8$ мм)

Таким образом, на величину и характер распределения радиального натяга, наряду с высокими скоростями течения стержня заклепки, определяющее влияние оказывает пластическая деформация ее закладной головки. Это подтверждает правильность направления совершенствования соединений внедрением конструкций высокоресурсных заклепок с пластически деформируемыми компенсаторами.