

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ЗАКЛЕПОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

**Чистяк В.Г., канд. техн. наук**

*(Харьковский национальный экономический университет)*

*Приведены результаты экспериментальных исследований радиальных натягов и характера их распределения в заклепочных соединениях, выполненных различными способами клепки.*

Заклепочные соединения в планерах современных самолетов продолжают занимать лидирующее место среди неразъемных соединений, несмотря на применение новых конструкционных материалов, на возрастающие требования к ресурсу и герметичности, к точности обводов внешних поверхностей и т.п. Наиболее эффективным и экономичным средством повышения ресурса и герметичности и, вместе с тем, общепризнанным в практике авиастроения критерием качества заклепочных соединений, является радиальный натяг, в частности, оптимальность его величины и равномерность распределения по толщине пакета соединяемых деталей [1 – 3].

Известны и применяются различные технические и технологические мероприятия и приемы, позволяющие управлять как величиной, так и распределением радиальных натягов в пакете: клепка с образованием потайной замыкающей головки (ПЗГ), клепка повышенным давлением (КПД), применением универсальных заклепок-стержней, различных конструкций специальных заклепок с пластически деформируемыми закладными головками (заклепки с компенсаторами) и т.п.

В условиях стапельной сборки, сборки в приспособлениях (30...40% общего количества заклепочных соединений), где возможности прессовой и автоматической клепки себя исчерпывают, может вызвать определенный интерес импульсная клепка. Такая клепка рассматривается как альтернатива ручной клепке пневматическими многоударными молотками, так как способствует улучшению условий труда, снижению уровня профзаболеваний клепальщиков, не требует высокой их квалификации, обеспечивает повышение производительности труда, а также высокое и стабильное качество соединений /4,5/.

Целью работы явились исследования величины и характера распределения радиальных натягов в потайных и непотайных заклепочных соединениях, выполненных импульсной клепкой, а также сравнение результатов с традиционными многоударной и прессовой клепкой.

Для исследований применялись заклепки  $d = 4$  мм, материал В65. Толщина пакета  $S = d = 4$  мм, материал деталей – сплав Д16Т. Образцы закреплялись по периметру на жестком каркасе. Клепка выполнялась импульсными пневматическими молотками МПИ-90 с обжимкой массой  $m_0 = 0,16$  кг и радиусом полусферической лунки  $R_{C\Phi} = d = 4$  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  $\varnothing 4,05Н9$  с последующим зенкованием потайных гнезд. Припуск стержня для замыкающей головки был равным 5 мм. Оценивалось качество соединений по средним значениям измерений не менее 20-ти заклепок.

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

При исследованиях влияния на величину и на характер распределения радиального натяга масс поддержек для непотайных соединений применялись поддержки 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 ( $\bar{D}_{3,2} \approx 6,35...6,38$  мм), и при незначительных осадках закладных головок ( $\bar{\alpha}_n < 0,02$  мм) средняя величина радиальных

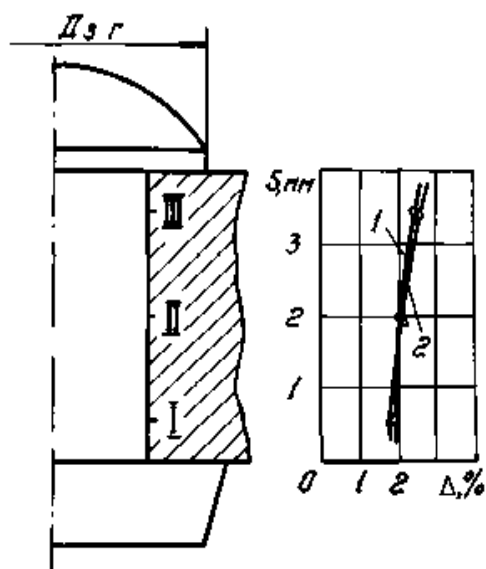


Рис.1. Влияние массы поддержки на распределение радиального натяга в непотайных соединениях, выполненных импульсной клепкой.

на не установлено, то при экспериментах применялись поддержки массой  $m_n=2...2,5$  кг, приемлемой по условиям труда клепальщиков и рекомендуемой производственными инструкциями.

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

Применение при импульсной клепке непотайными заклепками поддержки с лункой, ограничивающей деформирование закладной головки, снижает вели-

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.

Так как существенного влияния изменяемой в широких пределах массы поддержки на величину натяга

чину радиального натяга в ее области в 1,5 раза по сравнению с натягом в об-

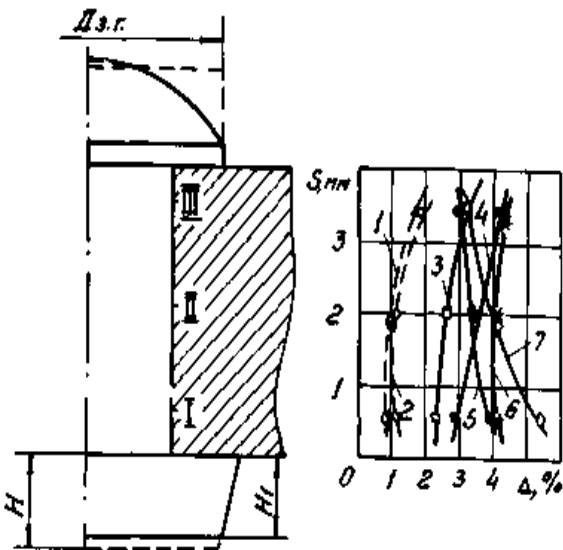


Рис. 2. Распределение радиального натяга в непотайных соединениях, выполненных: 1 – многоударной клепкой  $D_{з.з.}=6,4$  мм; 2 – прессовой  $D_{з.з.}=6,44$  мм; 3 и 4 – импульсной (поддержка с лункой под закладную головку)  $D_{з.з.}=6,45$  мм и  $D_{з.з.}=6,56$  мм; 5, 6 и 7 – импульсной клепкой, соответственно: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

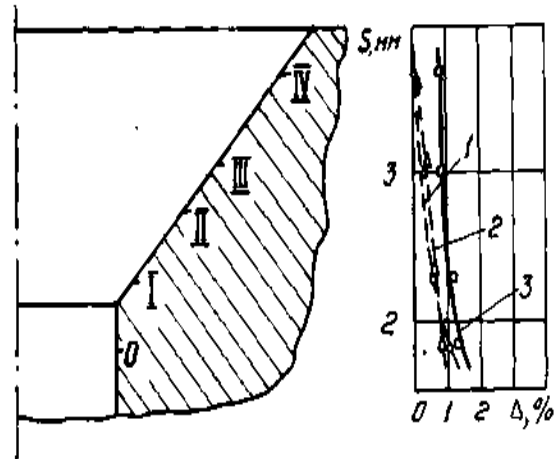


Рис.3. Распределение радиального натяга в области потайного гнезда для соединений, выполненных: многоударной клепкой ( $D_{з.з.}=6,38$  мм) – 1; прессовой клепкой ( $D_{з.з.}=6,3$  мм) – 2; импульсной клепкой ( $D_{з.з.}=6,34$  мм) – 3.

ласти замыкающей головки (рис. 3, кривые 3 и 4). Клепка с поддержкой, содержащей гладкую рабочую поверхность, при образовании полукруглых замы-

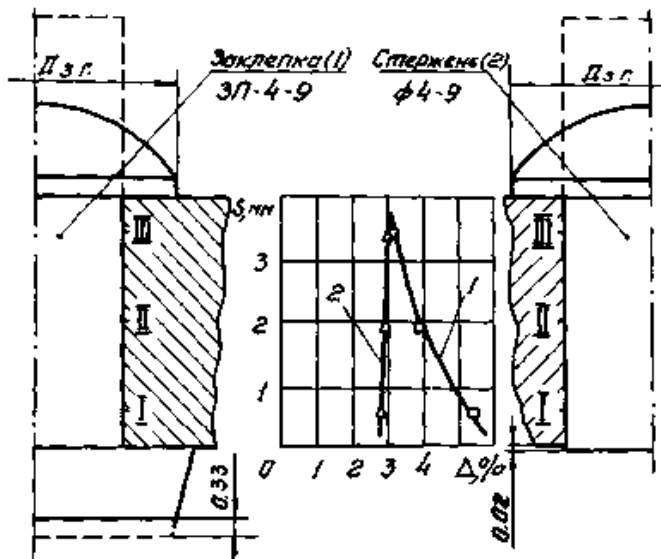


Рис.4. Влияние деформации закладной головки заклепки на распределение радиального натяга при импульсной клепке ( $m_n=2,5$  кг,  $D_{з.з.}=6,8$  мм).

кающих головок, очевидно, 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 не-

потайными заклепками и соответствующими стержнями  $\varnothing 4$  мм (не содержащими закладных головок). При клепке применялась поддержка с плоской рабочей поверхностью ( $m_n = 2,5$  кг), форма замыкающей головки – полукруглая ( $D_{3.2} = 6,8$  мм). Из графиков видно, что импульсная клепка обеспечивает практически равномерное распределение натяга для стержня (кривая 2), деформация же закладной головки ( $\bar{\alpha}_n = 0,33$  мм) способствует дополнительному росту натяга в ее области на 2,5 %.

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 в сборочное производство конструкций высокоресурсных заклепок с пластически деформируемыми компенсаторами.

### Список литературы

1. Технология самолетостроения: Учебник для авиационных вузов. /А.Л. Абибов, Н.М. Бирюков, В.В. Бойцов и др. Под ред. А.Л. Абибова. – 2-е изд. Перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982. – 551с.
2. Технология выполнения высокоресурсных заклепочных и болтовых соединений в конструкциях самолетов. /А.И. Ярковец, О.С. Сироткин, В.А. Фирсов, Н.М. Киселев. – М.: Машиностроение, 1987. – 192с.
3. Вигдорчик С.А. Конструктивно-технологические пути увеличения усталостного ресурса самолетов. М.: МАИ. 1980. – 64с.
4. Чистяк В.Г., Савченко Н.Ф. Клепанные соединения и перспективы импульсных технологий их выполнения // Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве. – Вісник інженерної академії України. 2-га Міжнародна науково-технічна конференція – Харків. – С. 240 – 244.
5. Чистяк В.Г. Особенности механизма образования соединений при импульсной клепке // Научный производственно-практический сборник по техническим и естественным наукам. Выпуск 5. – Одесса. – 2001.