

## КЛЁПАНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИМПУЛЬСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ

Чистяк В. Г. канд. техн. наук, Савченко Н. Ф. канд. техн. наук  
(г. Харьков, Украина)

*Are indicated a condition of riveting-assembly works in aircraft construction and comparative analysis of impulse technologies of fulfillment riveted of junctions.*

Клёпанные соединения, чаще всего, являясь альтернативными сварочным, наиболее характерны для самолёто- и ракетостроения. Так, например, в соединениях конструкций современных самолётов среднего класса количество заклёпок и болтов достигает 400... 800 тыс. шт., что составляет до 80... 90% общего количества крепёжных точек.

Такие соединения ещё на долго останутся основными для лёгких, сверх- и жаропрочных, композиционных и других применяемых и перспективных конструкционных материалов.

Возрастающие в современных экономических условиях требования по увеличению ресурса конструкций, скорости и дальности полёта, грузоподъёмности, пассажировместимости, рентабельности перевозок, определяющие конкурентоспособность, предполагают не только рост объёма соединений, но и постоянное повышение их качества. Это объясняется ещё и тем, что, как показывает многочисленная практика эксплуатации, усталостные разрушения конструкций в 80... 85% случаев приходится на соединения. Трудоёмкость выполнения клёпанных соединений при производстве самолётов достигает 30... 35% общей трудоёмкости изготовления планеров. Возможности более прогрессивной прессовой и автоматической клёпки на стационарном оборудовании исчерпываются при их объеме, не достигаемом 50%. Ограничение стационарной клёпки, характерное на протяжении последних двух-трех десятилетий для предприятий авиационной промышленности бывшего СССР, зарубежных авиационных фирм, сохраняется на данном уровне и в самолётостроении Украины. Причиной этому являются конструктивно-технологические особенности планеров самолётов, сборка агрегатов

которых производится, как правило, в стапелях, где доступ стационарного оборудования невозможен.

В этой связи более 40% заклёпочных соединений осуществляется традиционными методами с помощью многоударных пневматических молотков. Такие клепальные молотки до настоящего времени являются основным ручным инструментом самолётостроительных предприятий. Многоударная клёпка не всегда удовлетворяет возросшим требованиям качества. Она не обеспечивает достаточный и равномерный радиальный натяг, гладкость поверхности обшивки, что снижает ресурс и герметичность соединений и лётные характеристики самолётов. Клёпка сопровождается постоянными воздействиями на организм исполнителей вибрации и шума, требует значительных мышечных усилий, что приводит к утомляемости, вызывает профессиональные заболевания. Стремление к устранению причин, вызывающих заболевания клепальщиков, а также к повышению качества соединений заменой заклёпочных соединений болтовыми, вряд ли можно считать оправданным. Болтовые соединения по сравнению с заклёпочными более трудоёмки по выполнению, дороже, увеличивают массу конструкции и цикл сборки.

Основной и наиболее эффективный технологический метод повышения ресурса заклёпочных соединений – создание равномерного и оптимального (до 2%) радиального натяга в пакете соединяемых деталей. Это может достигаться применением специального усовершенствованного крепежа повышенного ресурса и герметичности (заклёпки с пластически деформируемыми компенсаторами на закладных головках, болт - заклёпки, заклёпки высокого сопротивления срезу, стержни, универсальные заклёпки и т.п.), внедрением новых способов и технологий клёпки.

Среди новых технологий в области клепально-сборочных работ особый интерес представляют импульсные технологии клёпки. Преимущества импульсных технологий заключаются в применении ручного инструмента с улучшенными санитарно-гигиеническими характеристиками, в повышении качества соединений, в более высокой стабильности, в повышении производительности процессов сборки.

Возможность применения импульсного ручного инструмента в конкретных производственных условиях во многом определяют используемые ими энергоносители и предающие среды. В настоящее время известны ручные устройства порохового, магнитно-импульсного, пневмогидравлического и пневматического действия. Энергоносителями

данных устройств являются соответственно: пороховой заряд, электрическая энергия, накапливаемая в конденсаторах-накопителях, сжатый газ высокого давления (до 20 МПа и более), сжатый воздух пневматической магистрали давлением ~ 0,5 МПа.

Разнообразие используемых энергоносителей усложняет выбор наиболее подходящих для конкретных условий устройств. При выборе необходимо исходить из условий осуществления технологических процессов с учётом экономических и эксплуатационных факторов, которые могут быть определяющими.

Устройства, использующие в качестве энергоносителя пороховые заряды, были базовым инструментом при разработке и исследовании процессов импульсной клёпки. Однако в производственных условиях применение пороховых клепальных устройств сопряжено с неудобствами, связанными с обращением со взрывчатыми веществами, выделением ядовитых газов, требующим дополнительной вентиляции, недостаточной стабильностью энергии ударов. Такие устройства благодаря мобильности и автономности с успехом могут быть использованы в полевых условиях, при ремонте техники.

Магнитно-импульсные клепальные устройства работают, используя напряжения до 6 кВ. При этом применяются массивные (до 500 кг), громоздкие и дорогостоящие приводы. Наличие токов высокого напряжения, вызывающее опасность поражения, необходимость в изолировании и экранировании инструмента от воздействия на исполнителей магнитного поля, а также сложность в управлении и недостаточная надёжность ограничивают применение таких устройств в производстве.

К импульсным устройствам, работающим от сети сжатого воздуха, относятся пневмогидравлические и пневматические клепальные молотки. Основные их преимущества в том, что по устройству и обслуживанию они близки к широко применяемому пневматическому ручному инструменту, используют сравнительно дешёвый и удобный в эксплуатации энергоноситель – сжатый воздух, не требуют переоснащения энергетических цехов клепально-сборочного производства.

Основные недостатки пневмогидравлических клепальных молотков проявляются в использовании дополнительных приводов (мультипликаторов), ограничивающих маневренность клепальщиков, их доступ к местам клёпки при стапельной сборке, в сложности эксплуатации

и обслуживания, в низкой производительности (до 15..16 циклов в минуту). Сдерживает внедрение пневмогидравлических молотков также недостаточная надёжность и долговечность из-за специфики их конструкций, содержащих золотниковые пары.

Рядом преимуществ по сравнению с пневмогидравлическими устройствами обладают пневматические одноударные (пневмоимпульсные) молотки. Такие молотки не нуждаются в приводах, они просты по конструкции, удобны в управлении, эксплуатации и обслуживании, обладают высокой цикличностью (до 60 циклов в минуту), достаточной энергией удара (до 120 Дж) и её стабильностью. В отличие же от многоударных клепальных молотков с их крайне неудовлетворительными условиями труда пневмоимпульсные молотки обеспечивают улучшение условий труда клепальщиков, повышение качества соединений и стабильности их выполнения вне зависимости от опыта и квалификации исполнителей.

Технология пневмоимпульсной клёпки потайных и непотайных соединений обычными стержневыми и наиболее распространенными в производстве заклёпками с компенсаторами благодаря равномерности распределения и оптимальности радиальных натягов обеспечивает повышение усталостной долговечности не менее чем в 2...2,5 раза по сравнению с соединениями, выполненными многоударными молотками. Результаты, удовлетворяющие по качеству (величине и характеру распределения натяга, гладкости внешней поверхности обшивки, стабильности контролируемых параметров соединений), показали применение при импульсной клёпке групповых поддержек. Укрепляемые непосредственно на клепаемом агрегате (или стале), они обеспечивают наряду с повышением качества, дальнейшее улучшение условий труда благодаря освобождению подручных от участия в процессе клёпки.

Сравнительный анализ, опыт эксплуатации и исследования импульсных технологий подтвердили, что в большинстве случаев при выполнении клепально-сборочных работ предпочтение необходимо отдавать технологиям, использующим пневматические импульсные инструменты, как наиболее перспективные не только по технико-экономическим и эксплуатационным, но и по санитарно-гигиеническим показателям.