

ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ЗАКЛЕПКАМИ С КОМПЕНСАТОРАМИ ПРИ ИМПУЛЬСНОЙ КЛЕПКЕ

Чистяк В.Г., канд. техн. наук, доц.

(Харьковский государственный экономический университет)

В работе рассмотрены вопросы кинематики процесса импульсного образования заклепочного соединения, представляющего собой систему взаимодействия элементов: обжимка, заклепка с компенсатором, поддержка и пакет.

Существенное повышение ресурса и герметичности самолетных конструкций достигается благодаря совершенствованию крепежа, методов и средств выполнения заклепочных соединений. В отечественном и зарубежном авиастроении, например, все большее предпочтение отдается заклепкам с компенсаторами. Компенсаторы представляют собой различные по форме и размерам выступы (или впадины), обеспечивающие в процессе образования соединения пластически деформируемые массивы в зоне закладных головок заклепок и более плотное заполнение потайных гнезд и отверстий в-клепаемых пакетах, то есть способствуют повышению величины и равномерности радиального натяга.

В условиях выполнения стапельных сборочных работ перспективным ручным инструментом могут быть импульсные клепальные молотки. По сравнению с традиционно применяемыми многоударными пневматическими молотками они обеспечивают улучшение условий труда и снижение уровня виброзаболеваемости клепальщиков, гарантированное высокое качество и его стабильность, независимые от опыта и квалификации исполнителей [1]. Ресурс и герметичность заклепочных соединений определяются в первую очередь величиной и равномерностью создаваемого в соединении радиального натяга. Распределение и его величина определяется не только характером и условиями нагружения и течения материала заклепки при импульсной клепке, но и кинематикой процесса образования соединения [2].

Представим процесс образования соединения заклепкой с компенсатором при импульсной клепке схемой, показанной на рис. 1. Заклепка 1 с выступающей закладной головкой 2, содержащей компенсатор 3, установлена в отверстии диаметром d_0 пакета 4 склепываемых деталей и удерживается поддержкой 5 (прямой способ клепки). Компенсатор условно представлен в виде цилиндра высотой k и диаметром d_k . Диаметр стержня заклепки d несколько превышает диаметр основания компенсатора d_k , контактирующего с рабочей поверхностью поддержки ($d > d_k$). Это соответст-

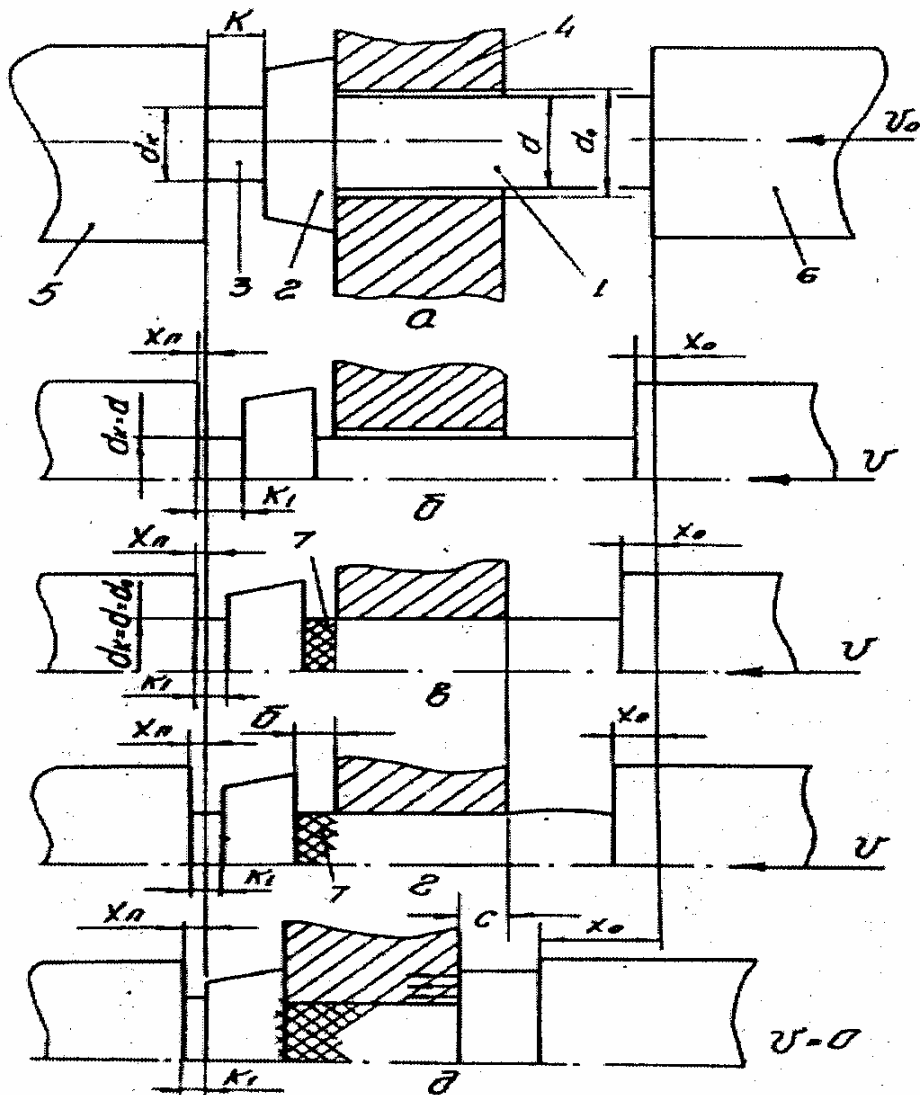


Рис. 1. Процесс образования соединения заклепкой с компенсатором при импульсной клепке.

вует конструкции большинства заклепок с компенсаторами и реальным условиям выполнения соединений.

В процессе клепки под действием технологического усилия P компенсатор 3 осаживается на величину $(f=k-k_1)$, а заклепка 1 и поддержка 5 приходят в движение. Если пренебречь силами контактного трения между торцевой поверхностью компенсатора 3 и рабочей поверхностью поддержки, а также деформационно-скоростным упрочнением, то стержень заклепки начнет осаживаться с момента, когда площадь контакта компенсатора с поддержкой станет равной площади поперечного сечения стержня (то есть условно при $d_k=d$, рис. 1, б). При этом заклепка 1 и поддержка 5 продолжают перемещаться, а пакет 4 сохраняет неподвижность. В результате последующей посадки стержня последний заполняет кольцевой зазор между стенкой отверстия пакета 4, компенсатор 3 также деформиру-

ется. На рис. 1, в показан момент, когда диаметр стержня заклепки равен диаметру отверстия, этой же величине (с учетом принятого выше допущения) равен и диаметр торцевой поверхности компенсатора ($d=d_0=d_k$). В результате осадки компенсатора $f=k-k_1$ и перемещения поддержки x_n в направлении удара заклепка к этому моменту времени переместилась относительно условно неподвижного пакета на величину

$$\delta = f + x_n = (k - k_1) + x_n \quad (1)$$

Назовем величину δ наибольшего зазора под закладной головкой заклепки первоначальным зазором. С момента, показанного на рис. 1, г, начинается формование замыкающей головки. При этом формирующаяся головка воздействует на пакет и перемещает его также в направлении удара. Скорость деформирующей заклепку обжимки импульсного молотка на несколько порядков выше скорости пришедшей в движение поддержки. В следствие этого пакет под воздействием усилия, передаваемого через замыкающую головку, «догоняет» закладную головку и зазор δ уменьшается. Поддержка 5 и пакет 4 продолжают перемещаться, а компенсатор 3 осаживается. Часть материала стержня 7 заклепки под ее закладной головкой (см. рис. 1, в, г), образовавшаяся благодаря первоначальному зазору δ , «вминается» в пакет 4, способствуя повышению в нем радиального натяга. К моменту завершения процесса клепки первоначальный зазор устраняется.

Из выражения (1) следует, что конструкция компенсатора (его осадка $f=k-k_1$) определяет величину первоначального зазора δ и, как показали исследования [3], в большей степени, чем перемещение поддержки X_{II} , определяемое ее массой (или соотношением масс поддержки и обжимки, начальной скоростью обжимки, механико-деформационными свойствами материала заклепки и т.п.). Непременным условием обеспечения качественного соединения при импульсной клепке заклепок с компенсаторами является достаточная величина податливости (прогиба) пакета c (рис. 1, д). В случае недостаточной податливости пакета (или чрезмерно завышенных величин первоначальных зазоров) возможно частичное сохранение зазоров под закладными головками заклепок, что недопустимо. С другой стороны, для податливых пакетов при значительных величинах первоначальных зазоров δ устранение последних будет сопровождаться остаточными деформациями пакета, его локальными поводками, «утяжинами» в зоне постановки крепежных точек. Деформация пакета также регламентируется определенными допусками на отклонение поверхности наружного контура клепаемого агрегата. Более того, так как осадка компенсатора и перемещение поддержки продолжают и после момента максимального зазорообразования, то требует дополнительного прогиба пакета, то есть необходимо соблюдение условия $c > \delta$.

Таким образом, импульсный процесс образования заклепочного соединения, представляющий собой систему взаимодействия элементов: обжимка, заклепка с компенсатором, поддержка и пакет, можно условно рассматривать происходящим в два этапа. В течение первого из них зазор под закладной головкой заклепки образуется, а течение второго - за счет перемещения пакета – устраняется. Величина первоначального зазора должна быть оптимизирована, так как предназначена для создания определенной требуемой величины радиального натяга в зоне закладной головки и, вместе с тем, величина указанного зазора должна устраняться на втором этапе клепки исключая остаточные деформации пакета. В целях обеспечения качества соединения требуется исследование факторов, характера и предела влияния кинематики процесса.

Список литературы

1. Чистяк В.Г., Савченко Н.Ф. Клепанные соединения и перспективы импульсных технологий их выполнения // Вісник інженерної академії України 2-а міжнародна наукова технічна конференція “Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве” – Харьков, ХГЭУ, 2000.
2. Чистяк В.Г. Особенности механизма образования соединений при импульсной клепке – Труды Одесского политехнического университета – Одесса, 2001 - вып.5. – С. 118-123.
3. Лепетюха В.С., Чистяк В.Г., Федосенко И.Г. Изучение процесса импульсной клепки с помощью сверхскоростной фоторегистрирующей установки СФР // Высокоскоростная обработка материалов давлением. – Харьков: ХАИ, 1982 – вып. 8. – С. 46-51.

Анотація

Процес формування з'єднань заклепками із компенсаторами при імпульсному клепанні

У роботі розглянуті питання кінематики процесу імпульсного утворення заклепувального з'єднання, що представляє собою систему взаємодії елементів: обтиск, заклепка з компенсатором, підтримка і пакет.

Abstract

Process of formation of connections by rivets with compensators at pulse riveting

In activity the problems of a kinematics of process of pulse formation of a rivet joint representing a system of interplay of members are reviewed: a die, rivet with a compensator, support and package.