

УДК 621.7.044

ОСОБЕННОСТИ КИНЕМАТИКИ ИМПУЛЬСНОГО ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ВЫСОКОРЕСУРСНЫХ ЗАКЛЕПОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Чистяк В.Г., канд. техн. наук

(г. Харьков, Украина)

Brought kinematics of process, mechanism of forming the join, evaluation of values of sagging a package and absorb energy of deforming under pulsed stave.

Повышение качества широко применяемых в самолетостроении заклепочных соединений достигается не только благодаря рациональному конструктивно-технологическому членению планера самолета, но и совершенствованию конструкции крепежа, методов и средств выполнения соединений.

В отечественном и зарубежном авиастроении, например, все большее предпочтение отдается заклепкам с компенсаторами на их закладных головках. Такие заклепки обеспечивают существенное повышение ресурса и герметичности конструкций.

В условиях выполнения клепальных работ при стапельной сборке перспективным ручным инструментом могут быть импульсные клепальные молотки. Их применение оправдывается улучшением условий труда исполнителей, высоким и стабильным качеством, которое не зависит от опыта и квалификации клепальщиков [1].

Известно, что ресурс заклепочных соединений, их герметичность определяется в первую очередь величиной и равномерностью радиального натяга, создаваемого в отверстии (и в потайном гнезде) пакета склепываемых деталей. При импульсной клепке на характер распределения и на величину создаваемого радиального натяга определяющее влияние оказывает кинематика процесса образования соединения [2].

Представим механизм образования соединения заклепкой с компенсатором при импульсной клепке схемой, показанной на рис. 1.

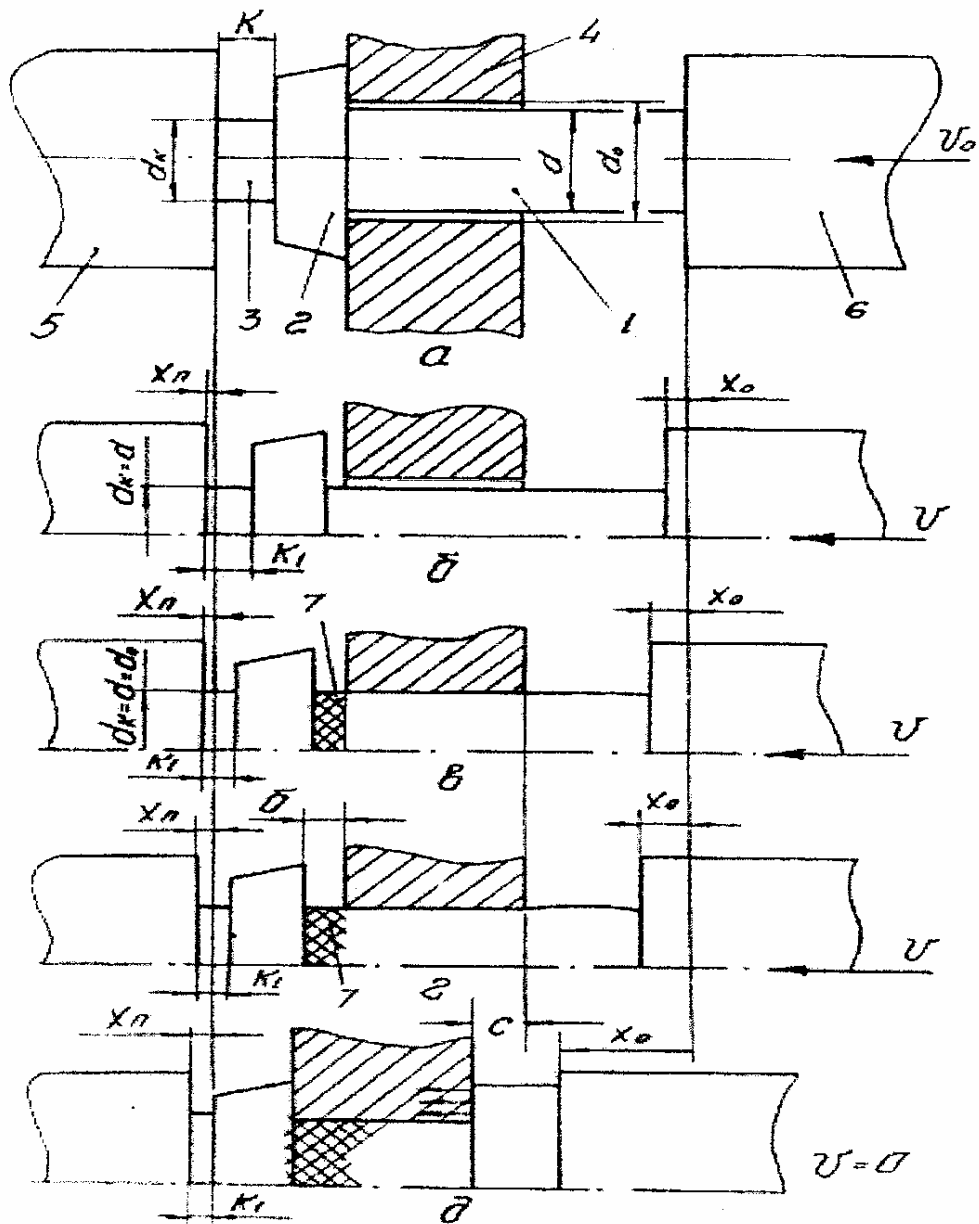


Рис. 1. Схема образования соединения заклепкой с компенсатором при импульсной клепке.

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

соответствует 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 $d_k=d$, см. 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 деформируется. 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 формирование 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_n , определяемое ее массой. Непременным условием обеспечения качественного соединения при импульсной клепке высокоресурсных заклепок является

достаточная величина податливости (прогиба) пакета ϵ (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 продолжаются и после момента максимального зазорообразования, то требует дополнительного прогиба пакета, то есть необходимо соблюдение условия $\epsilon > \delta$.

Таким образом, импульсный процесс образования заклепочного соединения представляет собой систему взаимодействия элементов: обжимка, заклепка с компенсатором, поддержка и пакет. В целях обеспечения качества соединения требуется исследование факторов, характера и предела влияния кинематики процесса.

Исследование прогибов пакета при импульсной клепке изложены в [2]. Подлежат исследованию влияние жесткости компенсатора, определяемое конструкцией заклепок (их типами: ЗПК, ЗВУКК, ЗУГ, ЗУК и др.) и поэтапных перемещений поддержки в $X_{п}$, что является предметом дальнейших исследований.

Литература

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.