

И. И. ИСАЮК, А. С. ГОРЯЧЕВ

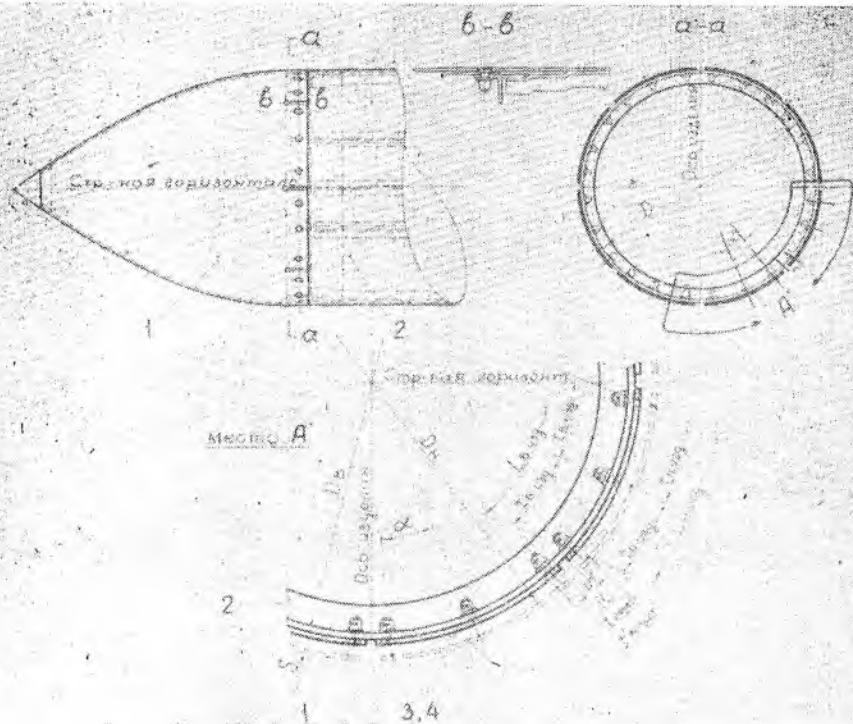
**ПРИМЕНЕНИЕ ЦАНГОВЫХ КОНДУКТОРОВ  
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗАИМОСОБИРАЕМОСТИ  
ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИХ УЗЛОВ РАЗЪЕМОВ**

В конструкциях летательных аппаратов, как известно, в качестве конструктивно-эксплуатационных разъемов агрегатов и секций (отсеков) широко применяются телескопические стыки. Они имеют значительные преимущества перед фланцевыми и вильчатыми в весовом отношении (легче на  $20 \div 30\%$ ).

Типовая конструкция круглого телескопического разъема изделия показана на рис. 1. Стык образуется двумя узлами разъема соединяемых стыков: наружным (1) и внутренним (2). Сочленение отсеков осуществляется за счет совмещения цилиндрических припалочных поверхностей, определяемых размерами  $D_{в}$  и  $D_{н}$ , путем посадки (одевания) наружного узла разъема на внутренний. Крепление узлов разъема между собой производится стыковыми болтами (3) и анкерными гайками (4), расположенными по окружности узлов с определенным шагом ( $t$ ).

Одной из основных конструктивных особенностей телескопических узлов разъемов является то, что, как правило, один из узлов разъема (наружный) делается значительно менее жестким, чем соответствующий внутренний узел. Это дает возможность обеспечить упругую компенсацию погрешностей размера  $D_{н}$ . Благодаря такой компенсации снижаются внутренние напряжения в самом разьеме, обеспечивается необходимое прилегание сопрягаемых поверхностей и облегчается собираемость агрегатов. С целью создания наибольшей упругой компенсации неточности размеров в нежестком узле разъема прорезаются вдоль оси специальные фестоны шириной  $U$ .

Обеспечение взаимозаменяемости агрегатов по телескопическим разъемам представляет трудную технологическую задачу вследствие



Фиг. 1. Типовая конструкция телескопического разъема

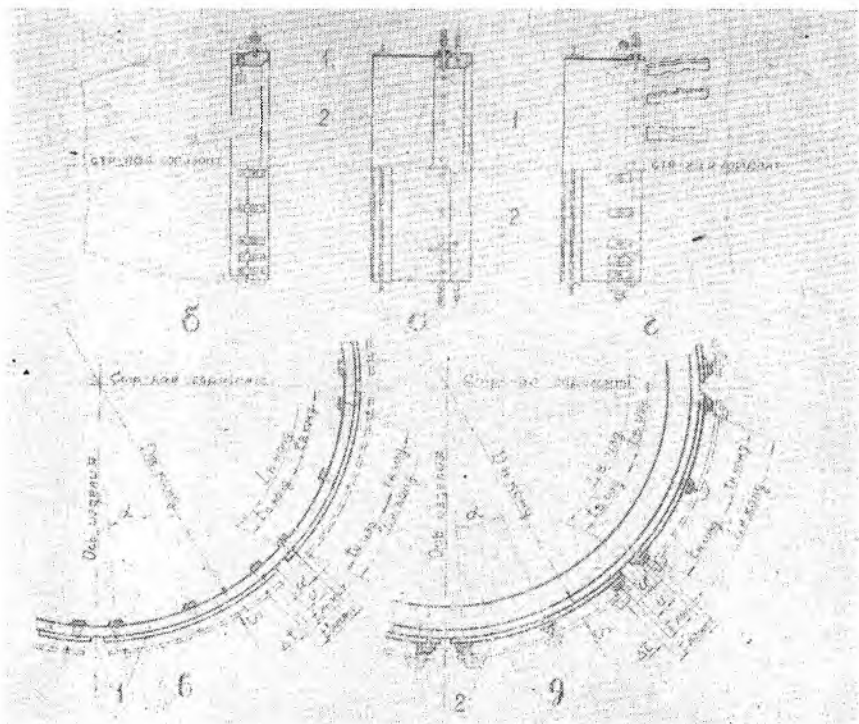
1 -- нежесткий (наружный) стыковой узел; 2 -- жесткий (внутренний) стыковой узел;  
3-4 -- элементы крепления узлов

вие конструктивной сложности их — сопряжения по круглой нежесткой поверхности и соединения большим количеством болтов, расположенных в радиальном направлении с высокой степенью точности.

В настоящее время для соединения узлов разъема болтами стыковые отверстия разделяются совместно после предварительного сопряжения агрегатов по стыкам.

Такая стыковка, во-первых, требует больших затрат труда, так как разделка может производиться только вручную, во-вторых, в корне нарушает принцип взаимозаменяемости. Попытки применения для раздельного сверления отверстий стыка жестких кольцевых кондукторов (рис. 2 г) не дали удовлетворительных результатов вследствие значительных погрешностей базирования агрегатов при сверлении и отсутствия компенсации неточностей диаметральных размеров.

Величина смещения стыковых отверстий при стыковке агрегатов  $\rho_p$  определяется по формуле, выведенной И. И. Исаюком и



Фиг. 2. Схема увязки кондукторов и разделки стыковых отверстий в узлах разъема агрегатов

*а* — увязка кондукторов; *б* и *в* — разделка нежесткого стыкового узла по жесткому кондуктору; *г* и *д* — разделка жесткого стыкового узла по цанговому кондуктору.  
 1 — жесткий кондуктор; 2 — цанговый кондуктор

Г. П. Федорченко для жесткой оснастки и определенной схемы взаимозаменяемости:

$$\rho_p = \sqrt{\sum_{i=1}^9 k_{xi}^2 \varepsilon_{0i}^2 + 1,44 \sum_{i=1}^9 k_{xi}^2 r_{0i}^2}, \quad (1)$$

где  $\rho_p$  — расстояние между центрами совмещаемых стыковых отверстий в разъеме или накопленная погрешность;

$\varepsilon_{0i}$  — смещения (эксцентриситеты) мастер-колец, стыковых узлов при базировке на различных этапах технологической размерной цепи;

$r_{0i}$  — погрешности (смещения) стыковых отверстий, связанные с переносом их по принятой технологической размерной цепи;

$k_{xi}$  — коэффициенты относительного рассеивания величин  $\varepsilon_{0i}$  и  $r_{0i}$ .

Как видно из этой формулы, суммарная погрешность смещения центров отверстий может достигнуть значительных величин ввиду

большого числа (восемнадцать) составляющих погрешностей, связанных с погрешностями базировки и переноса отверстий при изготовлении оснастки, разделке стыковых узлов и стыковке агрегатов. В таких условиях для обеспечения собираемости необходимо значительно увеличить номинальный диаметр стыковых отверстий ( $d_{н.отв}$ ) относительно расчетного номинального размера стыкового болта ( $d_{н.болт}$ ), т. е.

$$d_{н.отв} = d_{н.болт} + \rho_p.$$

Это может привести к значительному разбросу характера посадки болта, что недопустимо с точки зрения обеспечения прочности соединения.

В целях обеспечения строгой посадки стыковых болтов при условии взаимозаменяемости была разработана специальная кондукторная оснастка цангового типа (фиг. 2-г), которая позволяет практически обеспечить совпадение привалочных поверхностей и стыковых отверстий телескопических разъемов.

Задача взаимособираемости телескопических разъемов сводится к обеспечению заданной посадки стыкового соединения по привалочным поверхностям и посадки стыковых болтов. Посадка (прилегание) привалочных поверхностей сводится к обеспечению заданной точности размеров  $D_n$  и  $D_v$ . Это осуществляется относительно просто при условии малой жесткости одного из узлов разъемов.

Сложнее обстоит вопрос обеспечения собираемости по многоточечному болтовому соединению. Для этого необходимо обеспечить увязку соответствующих шагов отверстий по хордам на обоих ответных узлах разъемов.

Действительный шаг отверстий на каждом из узлов разъема можно определить по следующим структурным формулам:

$$t_{н.изд} = t_{ном} + 2 \sum_{i=1}^n r_{0i} + 2 \sum_{i=1}^n \varepsilon_{0i} + \Delta t_n, \quad (2)$$

$$t_{в.изд} = t_{ном} + 2 \sum_{i=1}^m r_{0i} + 2 \sum_{i=1}^m \varepsilon_{0i} + \Delta t_v, \quad (3)$$

где  $t_{ном}$  — номинальный шаг между любой парой стыковых отверстий  $t_{н.изд}$ ,  $t_{в.изд}$  — действительный шаг между любой парой стыковых отверстий соответственно для наружного и внутреннего узлов разъемов;

$\Delta t_n$  и  $\Delta t_v$  — отклонения шагов между отверстиями вследствие изменения действительных размеров ( $D_n$  и  $D_v$ ) привалочных поверхностей наружного и внутреннего узлов разъема.

Величина погрешности увязки совмещаемых шагов ( $\Delta t$ ) между отверстиями при стыковке будет равна

$$\Delta t = t_{н.изд} - t_{в.изд}. \quad (4)$$

Для уменьшения величины  $\Delta t$  необходимо стремиться к сближению шагов стыковых отверстий на обоих узлах путем уменьше-

ния составляющих погрешностей, определяющих суммарную погрешность шага.

Это можно осуществить применением для разделки жесткого узла разъема нежесткого кондуктора. Такой кондуктор (рис. 2-2) представляет собой кольцевой пояс с прорезанными фестонами. В поясе на отдельных частях его («лепестках») закреплены кондукторные втулки. Диаметр привалочной поверхности его ( $D_{п-к}$ ) изготовлен (увязан) с диаметром привалочной поверхности жесткого кондуктора ( $D_{в-к}$ ), а расположение кондукторных втулок на обоих кондукторах также увязано совместной их отстыковкой.

Подобная конструкция кондуктора обеспечивает прилегание его привалочной поверхности за счет его обжатия по жесткому узлу и исключает появление зазора между кондуктором и обрабатываемым узлом. Это приводит к уменьшению погрешности переноса отверстий  $t_{от}$  и исключает погрешность базировки стыкового узла в кондукторе ( $\epsilon_{о.баз.} = 0$ ). Поэтому значительно уменьшается величина суммарной погрешности смещения  $\rho_p$ , получаемой по формуле (1), что дает возможность обеспечить более строгую посадку буртового соединения, а значит и его работоспособность.

Аналогичная картина получается и при разделке нежесткого узла разъема по жесткому кондуктору.

Как показано выше, действительная величина шага по хорде между стыковыми отверстиями зависит также от размера диаметра стыка ( $D$ ), на котором они располагаются, и угла между ними ( $\alpha$ ), т. е.

$$t = D \cdot \sin \frac{\alpha}{2}.$$

Погрешность шага  $\Delta t$  при условии  $\alpha = \text{const}$  определяется выражением:

$$\Delta t = (D_{\text{действ}} - D_{\text{ном}}) \cdot \sin \frac{\alpha}{2},$$

где  $D_{\text{действ}}$  — действительный диаметр привалочной поверхности;

$D_{\text{ном}}$  — номинальный диаметр привалочной поверхности.

Отсюда видно, что при переносе отверстий с оснастки на изделие и при стыковке изделий по разъемам необходимо стремиться к уменьшению разницы между  $D_{\text{действ}}$  и  $D$ , а это наиболее просто осуществляется путем сближения их за счет нежесткости одного звена (или оснастки, или узла):

$$\text{при } D_{\text{действ}} \rightarrow D_{\text{ном}} \quad \Delta t \rightarrow 0.$$

Таким образом, в целях обеспечения более строгой увязки стыковых отверстий на телескопических стыках необходимо применять при разделке жестких стыков нежесткие кондукторы, которые должны быть приведены к определенному номинальному диаметру.

В этом легко убедиться, рассматривая порядок разделки стыковых узлов.

1. Разделка нежесткого узла разъема по жесткому кондуктору (рис. 2 б, 2 г) ведется после обжатия узла по поверхности кондуктора, выполненного по  $D_{\text{ном}}$ . Шаг  $t_{\text{н.изд.}}$  выдерживается за счет постоянства шага в кондукторе ( $t_{\text{в.конд.}}$ ). После освобождения изделия шаг между отверстиями на каждом лепестке не меняется. Меняется шаг между лепестками

$$t = t_{\text{леп}} - t_{\text{леп}} \text{ на величину}$$

$$\Delta t_{\text{леп}} = (D_{\text{ном}} - D_{\text{действ}}) \sin \frac{\alpha}{2}.$$

2. Разделка жесткого узла разъема по нежесткому кондуктору ведется после обжатия кондуктора по поверхности жесткого стыкового узла с размером  $D_{\text{действ.}}$

Шаг  $t_{\text{в.изд.}}$ , полученный по кондукторным втулкам каждого лепестка постоянен и равен  $t_{\text{в.изд.}} = t_{\text{н.изд.}}$ .

Шаг  $t_{\text{в.изд.}}$  между отверстиями в разных лепестках меняется так, что опять

$$\Delta t_{\text{в.леп}} = (D_{\text{ном}} - D_{\text{действ}}) \sin \frac{\alpha}{2}.$$

3. Стыковка узлов осуществляется так: на жесткий узел 2 (рис. 1) одевается наружный стыковой нежесткий узел 1. Совмещаются оси отсеков по реперным точкам и производится базировка стыковых узлов по двум базовым штырям. Затем производится постановка стыковых болтов в диаметрально противоположных точках и их затяжка.

Экспериментальная проверка процессов изготовления стыковых отверстий в телескопических узлах с применением цанговых (нежестких) кондукторов дала положительные результаты. Разделка стыковых отверстий  $\varnothing 6A_3$  производилась в секциях-макетах диаметром  $D=500$  мм с шагом  $t=70$  мм. Вес 24 стыковых болта устанавливались в отверстия стыка секций без подгонки и доработки, причем была обеспечена посадка по  $A_3/X_3$ .