

В. П. ГРИГОРЬЕВ, Ш. Ф. ГАНИХАНОВ

# ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СБОРКИ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ САМОЛЕТОВ И ВЕРТОЛЕТОВ

*Допущено  
Министерством высшего и среднего  
специального образования СССР  
в качестве учебного пособия для студентов  
авиационных специальностей  
высших учебных заведений*



Москва  
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»  
1977

**Григорьев В. П., Ганиханов Ш. Ф.** «Приспособления для сборки узлов и агрегатов самолетов и вертолетов». Учебное пособие для авиационных вузов. М., «Машиностроение», 1977, 140 с.

В учебном пособии изложены основные положения по разработке технологических процессов сборки, разделки и стыковки узлов и агрегатов планера самолета и вертолета. Рассмотрены конструкции сборочных приспособлений и их элементов, методика проектирования приспособлений и стендов, примеры их оснащения оборудованием и инструментами.

Учебное пособие содержит типовые компоновки, которые включают: схему базирования деталей, узлов и агрегатов; схему последовательности сборки, разделки стыка или стыковки агрегатов; эскизные проекты сборочных приспособлений, разделочных и стыковочных стендов и оборудования для выполнения соединений непосредственно в сборочном приспособлении, и оборудование для обработки стыка в стенде. Дано краткое описание вошедших в компоновку процессов, приспособлений и оборудования.

Приведены рекомендации по проектированию базовых и несущих элементов сборочных приспособлений и стендов из стандартных и нормализованных узлов и деталей.

Показано влияние конструкции изделия, метода базирования и вида соединения деталей на компоновку приспособления.

Показаны возможные способы и средства механизации процессов выполнения соединений непосредственно в приспособлении.

В учебном пособии учтены новые технологические процессы сборки, разделки и стыковки агрегатов, применяемые в авиационной промышленности СССР и за рубежом.

Учебное пособие предназначено для студентов авиационных вузов. Вместе с тем оно будет полезно инженерно-техническим работникам авиационной промышленности.

Табл. 36, ил. 90, список лит. 25 назв.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Книга «Приспособления для сборки узлов и агрегатов самолетов и вертолетов» является учебным пособием для студентов при выполнении курсовых и дипломных проектов по технологии самолетостроения и вертолетостроения.

В ней изложены материалы о членении планера на сборочные единицы, приведены краткие сведения о базировании при сборке и составе баз.

Рассмотрена методика проектирования технологических процессов сборки, разделки стыков и стыковки отсеков и агрегатов.

На большом количестве примеров рассмотрены проектирование, монтаж и увязка сборочных приспособлений, разделочных и стыковочных стендов.

Предложена следующая методика проектирования технологических процессов и сборочной оснастки: разработка компоновки, рабочих процессов и рабочих чертежей сборочной оснастки.

Компоновку представляют в виде чертежа, на котором изображены: схема базирования деталей, узлов, панелей; схемы последовательности операций

сборки, разделки стыка или стыковки отсеков; эскиз сборочного приспособления, разделочного или стыковочного стенда, инструмента и оборудования для выполнения соединений или обработки стыков.

При дальнейшей детализации проекта — проектировании рабочих технологических процессов, рабочих чертежей технологической оснастки — студент может использовать приведенные в альбоме эскизы и размеры наиболее распространенных элементов сборочных приспособлений и стендов, а также заводские и отраслевые стандарты элементов сборочной оснастки, справочные и руководящие материалы по технологическим процессам.

Приведенные в альбоме материалы могут быть использованы конструкторами и технологами предприятий авиационной промышленности при разработке процессов сборки, проектировании сборочной оснастки и подборе оборудования, встраиваемого в конструкцию сборочного приспособления.

Авторы выражают благодарность профессорам М. Н. Горбунову и А. Л. Абибову и канд. техн. наук Д. П. Пуцыну и Р. М. Тарасевичу за ценные замечания, сделанные при подготовке книги к изданию.

## ГЛАВА I

# ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ О СБОРКЕ САМОЛЕТОВ И ВЕРТОЛЕТОВ. ВЫБОР ВАРИАНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ И ЕГО ОСНАЩЕНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЯМИ И ОБОРУДОВАНИЕМ

### 1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛАНЕРА САМОЛЕТА (ВЕРТОЛЕТА)

Самолеты и вертолеты состоят из планера, шасси, двигателей, оборудования, приборов и систем, связанных с целевым назначением самолета, вертолета.

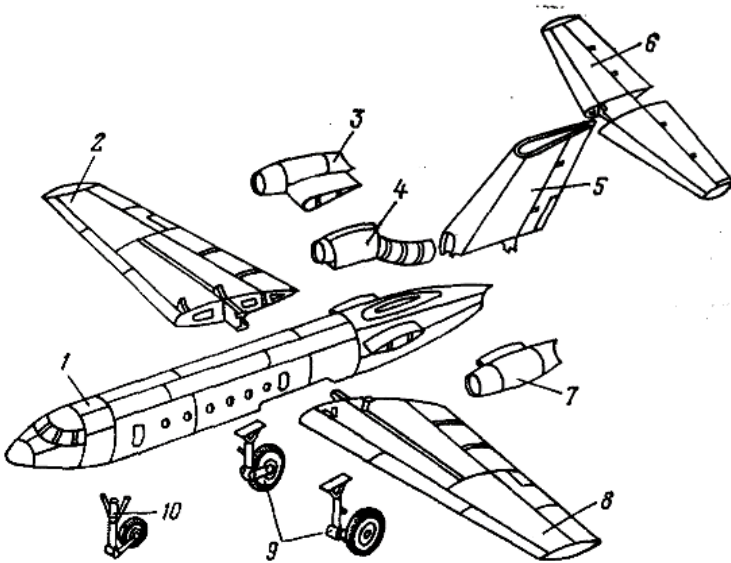


Рис. 1.1. Схема членения самолета на агрегаты:

1—фюзеляж; 2, 8—правая и левая отъемная часть крыла; 3, 4, 7—мотогондолы правого, верхнего и левого двигателя; 5—киль; 6—стабилизатор; 9, 10—шасси

Конструктивно планер, двигатели, оборудование и системы не монолитные, а состоят из различных агрегатов. Агрегаты планера самолета (вертолета) — крыло, фюзеляж, киль, стабилизатор, гондолы двигателей, различного вида баки.

Членение планера на агрегаты, отсеки, панели, узлы вызывается конструктивными соображениями и требованиями производства и эксплуатации. При

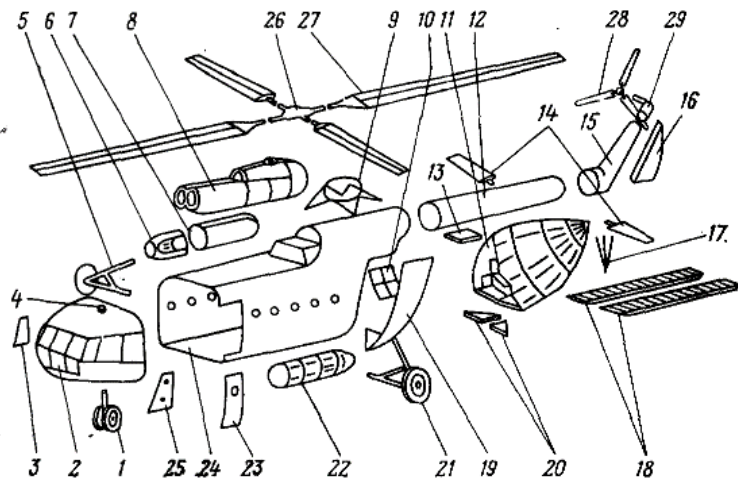


Рис. 1.2. Схема членения вертолета на агрегаты, отсеки, панели и узлы:

агрегаты: 1, 5, 21—шасси; 7, 22—подвесные баки; 8—гондола двигателя; 10, 23 — двери; 2, 12, 15, 16—24 — фюзеляж; 14—стабилизатор; 27—лопасти несущего винта; 28—хвостовой винт;  
отсеки: 2—носовая часть фюзеляжа; 12—хвостовая балка; 15—концевая балка; 6—капот обогревателя; 29—редуктор хвостового винта; 18—трапы;  
панели и узлы: 3, 25—створки остекления; 4, 11, 13, 19, 20—люки и створки; 9—рама крепления главного редуктора; 17—костыль; 26—втулка несущего винта

проектировании самолетов и вертолетов разрабатывают различного вида схемы членения, основными из которых являются:

членение самолета (вертолета) на агрегаты (рис. 1.1);

членение вертолета (самолета) на агрегаты, отсеки, панели и узлы (рис. 1.2).

Схемы членения используют при разработке: методов и средств обеспечения взаимозаменяемости, технологических процессов сборки и конструкций сборочных приспособлений, разделочных и стыковочных стандов. На основании чертежа общего вида самолета (вертолета) разрабатывают нивелировочно-регулирующую схему, в которой взаимное положение агрегатов определено линейными или угловыми размерами по нивелировочным точкам, рис. 1.3 и табл. 1.1.

При проектировании сборочной оснастки допуски на ее изготовление назначают в соответствии с допусками на положение агрегата по табл. 1.1 без учета массы конструкции. При соединении агрегатов и отсеков по стыкам и разъемам необходимо обеспечить не только требуемое взаимное их положение, но и совпадение центров отверстий под стыковые болты, осей трубопроводов и коммуникаций различных систем. На все эти отклонения в размерах даются допуски, которые необходимо учитывать при проектировании и изготовлении сборочной оснастки (рис. 1.4). Высокие требования

Таблица 1.1

Нивелировочные размеры самолета

Наименование агрегата и определяемых параметров		Наименование замера	Размер по чертежу без учета массы конструкции, мм	Размер по чертежу с учетом массы конструкции, мм
Крыло	$\alpha$ — угол атаки крыла $\Delta\alpha$ — допуск на угол атаки $\pm 10'$	Превышение точки 1 над точкой 2 Превышение точки 5 над точкой 6 Превышение точки 9 над точкой 10	123,1 $\pm$ 8 70,1 $\pm$ 5,5 22,9 $\pm$ 3	123 $\pm$ 8 58 $\pm$ 5 16 $\pm$ 3
	Поперечное V крыла $\Delta V$ — допуск на V крыла $\pm 4'$	Превышение точки 5 над точкой 1 Превышение точки 9 над точкой 1 Превышение точки 1 правой (1П) над точкой 1 левой (1Л)	583,2 $\pm$ 10 1085,5 $\pm$ 19 0 $\pm$ 1,5	545 $\pm$ 10 997 $\pm$ 19 0 $\pm$ 2
	Центроплан по высоте Центроплан в плане	Превышение точки 24 над точкой 1 Расстояние от правой и левой точек 5 до точки 28	1273,9 $\pm$ 3 17551,2 $\pm$ 7	1272 $\pm$ 3 17551 $\pm$ 7
	Отъемная часть крыла в плане	Расстояние от правой и левой точек 9 до точки 28	22796,3 $\pm$ 10	22796 $\pm$ 10
Фюзеляж	По высоте	Превышение точки 27 над точкой 26 Превышение точки 28 над точкой 27	0 $\pm$ 2 311,4 $\pm$ 2	— —
	Спереди	Превышение точки 29 над точкой 29 левой	0 $\pm$ 4	0 $\pm$ 4
Стабилизатор	По высоте	Превышение точки 15 над точкой 1 Превышение точки 18П над точкой 18Л	1317,2 $\pm$ 3 0 $\pm$ 5	1310 $\pm$ 3 0 $\pm$ 5
	По углу заклинивания Допуск на угол заклинивания $\pm 10'$	Превышение точки 16 над точкой 15 Превышение точки 18 над точкой 17	39,2 $\pm$ 4 22,4 $\pm$ 2	38 $\pm$ 4 22 $\pm$ 2
	Поперечное V стабилизатора, $\Delta V$ — допуск на V равен $\pm 4'$	Превышение точки 17 над точкой 15	66,8 $\pm$ 5	60 $\pm$ 5
	В плане	Разность расстояний между точками 5 и 17 правой и левой сторон	от 0 до 16	от 0 до 16
Гондола двигателя	По высоте	Превышение точки 30 над точкой 1	121,1 $\pm$ 5	—
	В плане	Разность между замерами от оси симметрии до точек 30 и 32. То же между точками 33 и 35	от 0 до 10	от 0 до 10
	Хвостовая часть фюзеляжа в плане	Отклонение точки 36 от оси симметрии	0 $\pm$ 1,5	0 $\pm$ 3

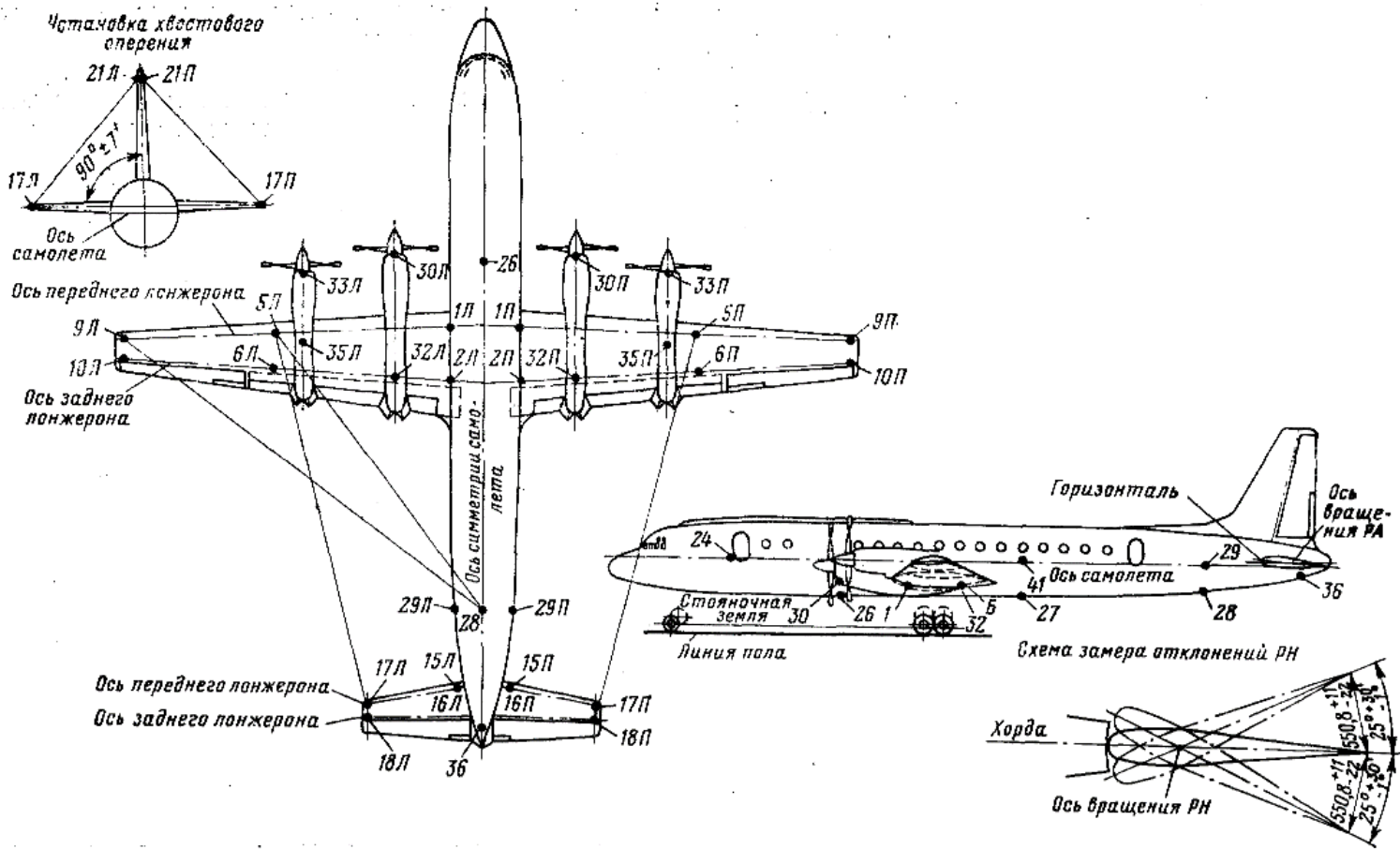


Рис. 1.3. Нивелировочно-регулирующая схема и базовые оси самолета Ил-18

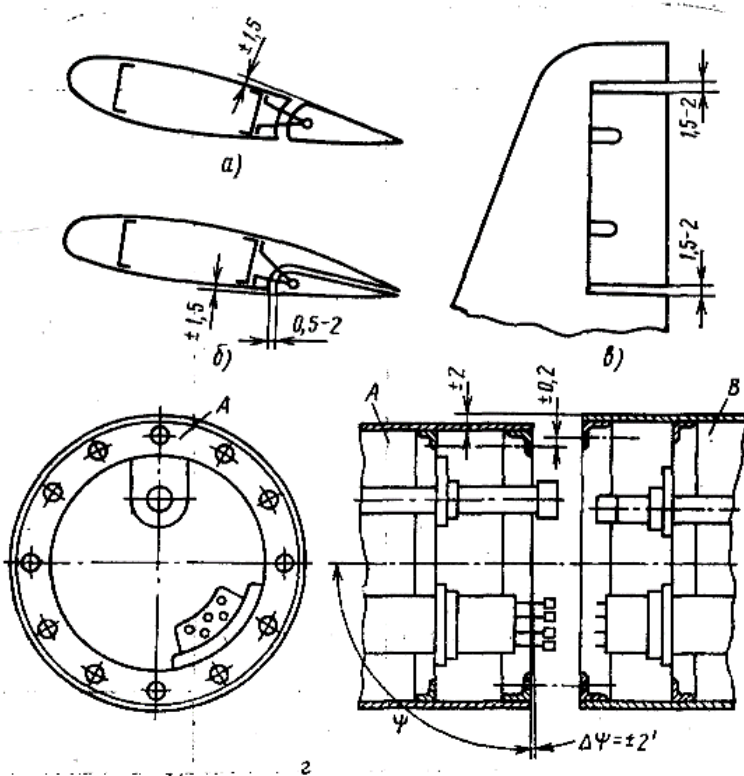


Рис. 1.4. Допуски на координацию стыковых отверстий, коммуникаций и взаимного положения агрегатов и отсеков:

а—подвеска руля высоты (руля направления, элеронов, триммеров); б—подвеска посадочных щитков; в—подвеска руля направления (руля высоты, элеронов); г—фланцевый стык отсеков

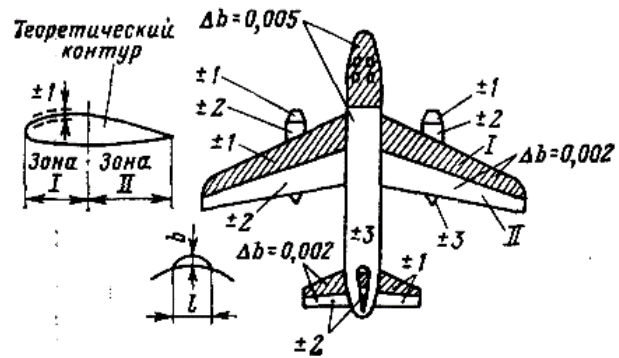


Рис. 1.5. Допуски на точность и плавность обводов пассажирского самолета

предъявляют к агрегатам планера, самолета и вертолета по точности наружных обтекаемых воздушным потоком обводов. Допуски на отклонения обводов от теоретического контура зависят от типа самолета и вертолета и расположения контролируемого обвода на крыле, фюзеляже или гондоле двигателей. На рис. 1.5 в качестве примера приведены допуски на точность обводов пассажирского самолета. Допуски на отклонение обводов указаны на одну сторону по отношению к линии теоретического контура. Допуски на плавность обводов в продольном направлении (вдоль фюзеляжа, крыла) определяют по выражению

$$\Delta b = b/l, \quad (1.1)$$

где  $b$  — глубина (высота), а  $l$  — длина волны.

## 2. МЕТОДЫ БАЗИРОВАНИЯ ПРИ СБОРКЕ В САМОЛЕТОСТРОЕНИИ И ВЕРТОЛЕТОСТРОЕНИИ

Первым процессом, при котором из отдельных деталей формируется узел, панель, является сборка.

Сборка — это совокупность технологических операций по базированию — установке деталей, узлов в сборочное положение и соединение их между собой в вышестоящую по сложности сборочную единицу. Детали в сборочное положение устанавливаются по базам — поверхностям на деталях и элементах сборочного приспособления. В самолетостроении и вертолетостроении методы базирования принято называть по базовым поверхностям собираемых деталей изделия.

Точность изготовления деталей изделия, образование на них базовых поверхностей и точность изготовления сборочных приспособлений является важнейшим условием получения требуемой формы и размеров узлов, отсеков и агрегатов.

В самолетостроении и вертолетостроении детали, узлы, отсеки и агрегаты при сборке базируются по: сборочным отверстиям — СО, координатно-фиксирующим отверстиям — КФО, поверхности каркаса — ПК, наружной поверхности обшивки — НП, внутренней поверхности обшивки — ВП, отверстиям под стыковые болты — ОСБ, установочным базовым отверстиям — УБО.

В ряде случаев вместо термина УБО применяют термин ТСО — технологические сборочные отверстия (рис. 1.6).

I. Сборка с базированием по СО — процесс, при котором взаимное положение собираемых деталей определяется положением имеющихся на них сборочных отверстий, в которые на период соединения деталей вставляют фиксаторы.

Базирование по СО применяют в двух случаях: при образовании наружных обводов собираемого изделия и при установке элементов каркаса в сборочное положение.

При образовании наружного обвода (см. рис. 1.6, I а, где 1 и 3 — профили; 2 — стенка; 4 — фиксатор; 5 — обшивка, размер по наружному обводу)

$$H_x = \delta_1 + H_1 + H_2 + H_3 + \delta_2, \quad (1.2)$$

Погрешность размера

$$\Delta H_x = \Delta \delta_1 + \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta \delta_2 + 4\Delta z + c_i, \quad (1.3)$$

где  $\delta_1$  и  $\delta_2$  — номинальные толщины обшивок;  $H_1, H_2, H_3$  — номинальные размеры, определяющие положение СО в деталях;  $\Delta \delta_1, \Delta \delta_2, \Delta H_1, \Delta H_2, \Delta H_3$  — допуски (погрешности) размеров  $\delta_1, \delta_2, H_1, H_2, H_3$ ;  $\Delta z$  — максимальный зазор между диаметром сборочного отверстия  $d_{CO}$  и диаметром фиксатора  $d_{Ф}$ ;  $c_i$  — погрешность размера  $H_x$  вследствие деформаций и пружинения.

Во втором случае базирования при установке элементов каркаса в сборочное положение (см. рис. 1.6, Iб, где 1 — стрингер; 2 — шпангоут; 3, 4 — расположение СО в стрингерах и обшивке 5 (расстояние между элементами каркаса рассчитывают по таким же формулам).

II. Сборка с базированием по КФО — процесс, при котором детали поперечного набора каркаса устанавливают в сборочное положение по КФО в деталях собираемого изделия и элементах сборочного приспособления. На период соединения шпангоутов (нервюр) с панелью в отверстия КФО вставляют фиксаторы или технологические болты (см. рис. 1.6, II, где 1 — шпангоут; 2 — кронштейн сборочного приспособления; 3 — фиксатор; 4 — стык шпангоутов; 5 — прижим; 6 — натяжная лента; NN — направление усилий прижима).

Размер по наружному обводу

$$H_x = \delta_1 + H_1 + H_{\text{КФО-П}} + H_2 + \delta_2, \quad (1.4)$$

Погрешность размера по наружному обводу

$$\Delta H_x = \Delta \delta_1 + \Delta H_1 + \Delta H_{\text{КФО-П}} + \Delta H_2 + \Delta \delta_2 + 4\Delta z + c_i, \quad (1.5)$$

где  $H_{\text{КФО-П}}$  — размер между КФО в кронштейнах сборочного приспособления,  $\Delta H_{\text{КФО-П}}$  — погрешность размера  $H_{\text{КФО-П}}$ .

III. Сборка с базой «поверхность каркаса» (ПК) — при таком методе базирования обшивку (или панель) устанавливают на поверхность каркаса и прижимают рубильником на период соединения обшивки с элементами каркаса (см. рис. 1.6, III). На рис. 1.6, III обозначено: 1 — обшивка до установки на каркас; 2 — обшивка, установленная на каркас; 3 — каркас; 4 — рубильник (резиновый мешок-прижим).

При выполнении соединения обшивки (панели) с каркасом заклепками, болтами или сварной размер по наружному обводу

$$H_x = \delta_1 + H_{\text{к}} + \delta_2, \quad (1.6)$$

а погрешность размера

$$\Delta H_x = \Delta \delta_1 + \Delta H_{\text{к}} + \Delta \delta_2 + c_i, \quad (1.7)$$

При соединении обшивки с каркасом с помощью клея или припоя (пайка) (см. рис. 1.6, IIIб) погрешность наружного обвода

$$\Delta H_x' = \Delta \delta_1 + \Delta \delta_k' + \Delta H_{\text{к}} + \Delta \delta_k'' + \Delta \delta_2 + c_i, \quad (1.8)$$

где  $\Delta \delta_k', \Delta \delta_k''$  — погрешности по толщине слоя клея;  $\Delta H_{\text{к}}$  — погрешность размера каркаса  $H_{\text{к}}$ .

IV. Сборка с базированием по наружной поверхности обшивки (НП) — при этом методе базирования панель (обшивка)

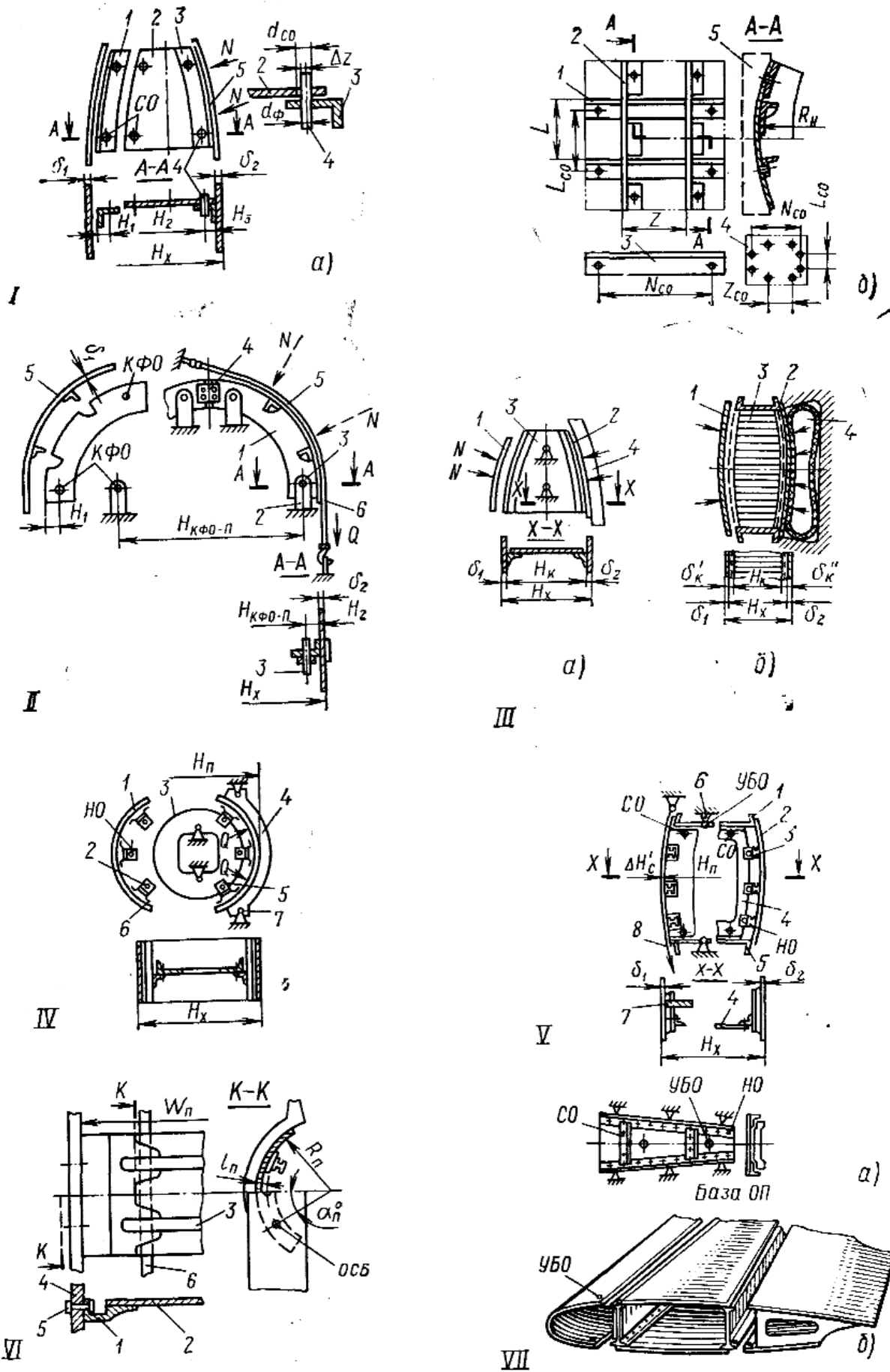


Рис. 1.6. Методы базирования деталей, узлов, панелей, отсеков при установке их в сборочное положение



прижимается наружной поверхностью к рабочей поверхности рубильников на период соединения ее с каркасом (см. рис. 1.6, IV). Соединение панели с каркасом производится через промежуточную деталь — компенсатор.

На рис. 1.6, IV обозначено: 1 — панель; 2 — компенсатор; 3 — шпангоут; 4 — рубильник; 5 — заклепка (болт); 6 — стрингер; 7 — фиксатор рубильника. Размер по наружному обводу

$$H_x = H_n \quad (1.9)$$

где  $H_n$  — номинальный размер приспособления по обводу рубильников.

Погрешность размера  $H_x$

$$\Delta H_x = \Delta H_n + c_i \quad (1.10)$$

V. Сборка с базированием по внутренней поверхности обшивки (ВП) — при этом методе базирования панель (обшивка) прижимается внутренней поверхностью к опорным поверхностям приспособления (специальным макетным нервюрам или шпангоутам) на период ее соединения с каркасом через компенсатор (см. рис. 1.6, V).

На рис. 1.6, V обозначено: 1 и 5 — лонжероны с просверленными в них СО и УБО; 2 — панель; 3 — компенсатор с НО; 4 — самолетная нервюра; 6 — фиксаторы УБО на элементах сборочного приспособления; 7 — макетная нервюра; 8 — лента прижима. В процессе сборки макетные нервюры снимают и на их место устанавливают самолетные нервюры.

Размер по наружному обводу

$$H_x = H_n + \delta_1 + \delta_2 \quad (1.11)$$

Погрешность размера

$$\Delta H_x = \Delta H_n + \Delta \delta_1 + \Delta \delta_2 + c_i \quad (1.12)$$

где  $H_n$  — размер приспособления (макетной нервюры);  $\Delta H_n$  — погрешность размера  $H_n$ . При замкнутой макетной нервюре (шпангоуте) за  $\Delta H_n$  принимают погрешность размера  $H_n$  по толщине крыла. При разомкнутой макетной нервюре, когда отдельные ее части устанавливают на фиксаторы,  $\Delta H_n' = \Delta H_n + 4\Delta z$ , т. е. учитывают погрешность базирования макетной нервюры.

VI. Базирование по ОСБ — процесс, при котором узлы стыка, стыковые профили и кронштейны устанавливают в сборочное положение по имеющимся в них отверстиям под стыковые болты (ОСБ) и соответствующие им отверстия в элементах сборочного приспособления. В отверстия ОСБ на период соединения деталей вставляют технологические болты (см. рис. 1.6, VI, где 1 — профиль стыка; 2 — обшивка; 3 — стрингер; 4 — плита стыка (ПС) приспособления; 5 — технологический болт; 6 — рубильник). Линейные и угловые размеры на собранном изделии равны соответствующим размерам ( $W_n, I_n, \alpha_n^0$ ) на элементах приспособления плюс погрешности базирования деталей и деформаций собранного изделия.

VII. Сборка с базированием по УБО — процесс, при котором детали, узлы и секции устанавливают в сборочное положение по имеющимся в них УБО и УБО в элементах сборочного

приспособления. На период выполнения соединений в УБО вставляют фиксаторы или технологические болты. Базирование по УБО детали — стенки лонжерона — показано на рис. 1.6, VII а, базирование секции крыла — на рис. 1.6, VI б, базирование лонжеронов 1 и 5 — на рис. 1.5, V.

Точность собранного изделия зависит от точности расположения УБО в деталях, сборочных единицах и элементах сборочного приспособления. Рассмотренные выше методы базирования при сборке применяют обычно не в изолированном виде, а в сочетании при сборке одной сборочной единицы нескольких видов базирования. Так, при сборке лонжерона (рис. 1.6, VIIа) стенку в сборочное положение устанавливают по УБО, продольные пояса по наружной поверхности каркаса — ПК, а стойки — по СО. При сборке кессона (см. рис. 1.6, V) лонжероны в сборочное положение устанавливают по УБО, макетные и самолетные нервюры — по СО, а панели — по внутренней поверхности обшивки.

В случае применения при сборке нескольких баз основным методом базирования считают тот, при котором формируется наружный обвод узла, отсека или агрегата.

Этот метод базирования указан в каждой рассматриваемой компоновке.

В соответствии с требованиями к точности наружных обводов, конструкции и видам соединения деталей агрегата планера выбирают метод базирования, удовлетворяющий этим требованиям. Расчеты по определению точности обводов производят по формулам (1.2) — (1.12), принимая конкретные погрешности размеров, элементов деталей и сборочного приспособления для рассматриваемой сборочной единицы.

Величины погрешностей на размеры элементов деталей, расположение базующих отверстий в деталях и элементах сборочного приспособления определяют по формулам, приведенным в литературе [4, 14, 15, 22].

В табл. 1.2 в качестве примера приведены данные по точности наружного обвода агрегата при различных методах базирования. В рассматриваемом примере табл. 1.2 приняты следующие значения расчетных данных:

Таблица 1.2  
Расчетные данные по точности наружного обвода при различных методах базирования [по формулам (1.2)—(1.12)]

Метод базирования	$\Delta H_x$ , мм	$\delta_{обв}$ , мм
По наружной поверхности обшивки	$\pm 0,7$	$\pm 0,35$
По поверхности каркаса	$\pm 1,0$	$\pm 0,5$
По внутренней поверхности обшивки	$\pm 1,6$	$\pm 0,8$
По сборочным отверстиям	$\pm 2,4$	$\pm 1,2$
По координатно-фиксирующим отверстиям	$\pm 2,2$	$\pm 1,1$

Примечание. Погрешность на одну сторону обвода  $\delta_{обв} = \frac{1}{2} \Delta H_x$ .

толщина обшивки  $\delta_1 = \delta_2 = 2$  мм, допуск на толщину обшивки  $\Delta\delta_1 = \pm 0,2$  мм;

толщина панели  $\delta_1' = \delta_2' = 5$  мм, допуск на механическую обработку полотна панели  $\Delta\delta_1' = \pm 0,8$  мм; погрешности размеров  $H_1, H_2, H_3$  при образовании СО и КФО в деталях  $\Delta H_1 = \Delta H_2 = \Delta H_3 = \pm 0,3$  мм;

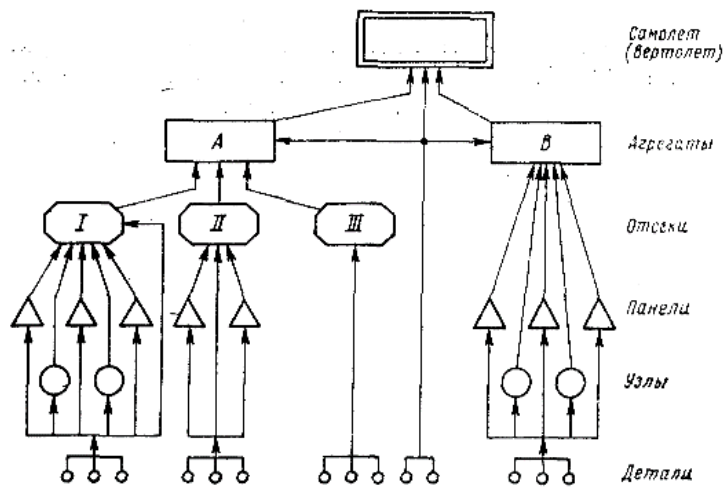


Рис. 1.7. Общая схема сборки самолета, вертолета

погрешности при фиксации по СО и КФО, величина  $\Delta z = \begin{matrix} +0,13 \\ -0,03 \end{matrix}$  мм;

отклонение размера  $H_{\Pi}$  при замкнутом контуре макетной нервюры  $\Delta H_{\Pi} = \pm 0,2$  мм, при разомкнутом контуре макетного шпангоута и при наличии рубильников  $\Delta H_{\Pi}' = \pm 0,6$  мм;

отклонение размера  $H_{\text{КФО-П}}$  между центрами фиксирующих отверстий в вилках сборочного приспособления  $\Delta H_{\text{КФО-П}} = \pm 0,2$  мм;

погрешность  $\Delta H_{\text{К}} = \pm 0,3$  мм при цельноштампованной нервюре и  $\Delta H_{\text{К}} = \pm 0,25$  мм при механически обработанной нервюре (шпангоуте);

погрешность вследствие деформаций и изменения температуры  $c_i = \pm 0,3$  мм.

При удовлетворении требований по точности несколькими методами базирования выбирают из них тот, который имеет наилучшие технико-экономические показатели: в сфере подготовки производства, сфере основного производства или наименьшую суммарную технологическую себестоимость [4].

### 3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ

Сборка планера организуется в виде параллельно-последовательного выполнения операций, начиная со сборки узлов, панелей, отсеков, агрегатов и кончая общей сборкой самолета или вертолета. На основании схемы членения самолета и разработанной последовательности сборочных операций, составляют схему сборки самолета (рис. 1.7). На схеме сборки самолета показано, что агрегат А собирают из деталей и отсеков I, II и III, а агрегат В собирают из деталей, узлов и панелей.

Отсеки имеют различные варианты членения, а следовательно, и схемы сборки. Отсек I собирают

из панелей, узлов и деталей, отсек II собирают из панелей и деталей, а отсек III выполнен в виде непанелированной конструкции, его собирают из отдельных деталей.

Схема сборки самолета является основным технологическим документом. На основании этой схемы разрабатывают схемы и технологические процессы сборки отдельных сборочных единиц — узлов, панелей, отсеков и агрегатов с учетом их положения в общей схеме сборки самолета [1, 4, 22].

Основанием для разработки технологического процесса сборки служат: чертежи изделия, схема его членения, директивные технологические материалы, технические условия на изготовление и программа выпуска изделий.

Разработку технологического процесса сборки и его оснащения сборочными приспособлениями и оборудованием производят в несколько этапов.

1-й этап. Выбор варианта технологического процесса сборки и его оснащения включает работы по: анализу чертежа сборочной единицы и составлению ее конструктивно-технологической характеристики; выбору и вычерчиванию схемы базирования деталей и узлов при сборке; установлению состава и последовательности выполнения сборочных операций, и вычерчиванию схемы (циклового графика) сборки; составлению технических условий на проектирование приспособлений; разработку эскизного чертежа сборочного приспособления с размещением на приспособлении инструментов и оборудования для выполнения соединений в процессе сборки. На схеме рис. 1.8 к первому этапу работ относятся пп. 1, 2, 3 и 4.

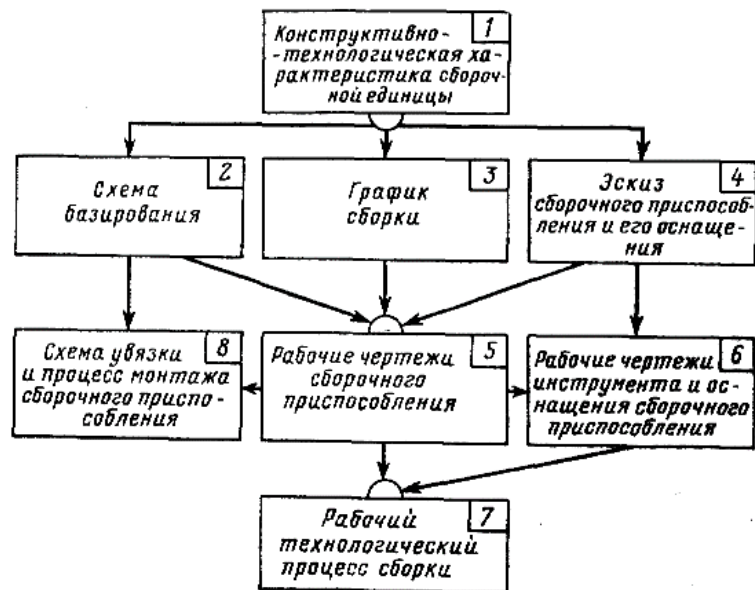


Рис. 1.8. Последовательность проектирования технологического процесса сборки, сборочного приспособления и его оснащения оборудованием:

цифрами 1, 2, 3, ..., 8 показана последовательность выполнения работ; стрелки показывают на основании каких материалов проводится работа

2-й этап. Разработка рабочих чертежей сборочного приспособления, его оснащения оборудованием и рабочего технологического процесса. Этот этап включает работы по: разработке конструкции сбо-

рочного приспособления, рабочих чертежей на его узлы и механизмы для установки и закрепления деталей; инструмента и оборудования для выполнения соединений собираемых деталей непосредственно в сборочном приспособлении. Сюда же входит разработка рабочего технологического процесса сборки изделия в данном приспособлении с учетом имеющегося на нем оборудования. Этому этапу на рис. 1.8 соответствуют пп. 5, 6 и 7.

**3-й этап.** Разработка схемы увязки и процесса монтажа сборочного приспособления включает работы по разработке схемы увязки деталей, поступающих на сборку, и увязки элементов приспособления по стыкам и разъемам сборочных единиц. В этом разделе рассмотрены методы и средства монтажа сборочных приспособлений.

По схеме рис. 1.8 третий этап указан в п. 8.

В соответствии с заданием по курсовому или дипломному проекту студент разрабатывает отдельные виды работ — пункты, отдельные этапы или весь комплекс работ, приведенный на схеме рис. 1.8, по проектированию процесса сборки, сборочного приспособления и его оснащения.

#### **4. ВЫБОР ВАРИАНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ И ЕГО ОСНАЩЕНИЯ (РАЗРАБОТКА КОМПОНОВКИ)**

Технологический процесс сборки и его оснащение вначале разрабатывают укрупненно, а затем производят детальную проработку. При укрупненной разработке материалы оформляют в виде компоновки процесса сборки узла, панели, отсека или агрегата, компоновка содержит текст и компоновочный чертеж. Материал излагают в следующем порядке:

составляют конструктивно-технологическую характеристику сборочной единицы;

выбирают и разрабатывают процесс базирования деталей и узлов в процессе сборки;

определяют условия постановки деталей и узлов на сборку в соответствии с принятыми методами и схемами базирования;

разрабатывают схему (или цикловой график) последовательности операций сборки;

разрабатывают и вычерчивают эскиз сборочного приспособления;

подбирают (или разрабатывают) оборудование и инструмент для выполнения соединений непосредственно в сборочном приспособлении.

Оснащают сборочное приспособление оборудованием, т. е. наносят схематично оборудование на сборочное приспособление.

Компоновочный чертеж вычерчивают на ватмане, формат бумаги не менее А0 (1189×841 мм). Собираемое изделие на схеме базирования вычерчивают сплошными черными (или красными) линиями, а на эскизе приспособления пунктирными черными (или сплошными красными) линиями; эскизный чертеж приспособления и оборудования вычерчивают сплошными черными линиями. На схеме базирования базлируемые поверхности, установочные и зажимные элементы и фиксаторы следует давать в схематичном изображении.

На схеме (цикловом графике) сборки операции процесса установки деталей изделия, элементов приспособления и операции процессов базирования и соединения показывают в виде условных обозначений.

Пример оформления чертежа компоновки показан на рис. 1.9. В компоновках при вычерчивании схемы базирования сборочную единицу изображают только некоторыми упрощениями. Рассматривают только базирование основных элементов изделия, т. е. тех, которые определяют форму, размеры и стыковые поверхности узла, панели, отсека.

Такое упрощение конструкции не влияет на структуру процесса базирования и сборки, а позволяет сократить объем технической работы студента при выполнении проекта.

Номера деталей, узлов, панелей остаются неизменными на схеме базирования, схеме сборки и при изображении их на компоновке в сборочном приспособлении.

#### **Конструктивно-технологическая характеристика сборочной единицы**

В этом разделе приводят характеристики сборочной единицы с точки зрения выполнения процесса сборки. Сборочную единицу характеризуют по составу входящих в нее на данном этапе сборки элементов, т. е. собирают ее из отдельных деталей, или узлов, или из узлов и панелей (см. рис. 1.7).

Дают определение принадлежности сборочной единицы к какому-либо виду соединения. Условно принято считать узел, панель, отсек клепаной конструкции, если в нем на рассматриваемом этапе процесса сборки преобладающим видом соединения является клепка. В конструкции такой сборочной единицы более 70% соединений выполняется клепкой.

Таким же методом определяют сборочные единицы сварной, клееной и паяной конструкции. Приводят габаритные размеры между элементами сборочной единицы и требования по точности их выполнения. Отдельным пунктом указывают требования к точности наружных, обтекаемых воздушным потоком обводов. Далее указывают из каких материалов изготовлены детали (листы, профили, заклепки, болты), наличие стыковых узлов, стыковых профилей, кронштейнов, герметизации швов, способов соединения (клепка потайная, простая, сварка ТЭС или плавлением). Так, например, на рис. 1.10 приведен чертеж панели сварной конструкции, конструктивно-технологическую характеристику которой возможно представить в следующем виде.

Панель состоит из следующих деталей: обшивки 1, стыкового профиля 2 и стрингеров 3. Детали выполнены из материала ВНС-2Н и 30ХГСА и соединены точечной электросваркой (ТЭС).

В стыковом профиле 2 выполнены отверстия и колодцы под стыковые болты ОСБ. Требуемая точность по внешнему обводу панели  $\pm 0,8$  мм.

Сварку стрингеров производят по обоим полкам с шагом 20 мм. Обшивку приваривают к стыковому профилю ТЭС двухрядным швом. Кроме того, про-

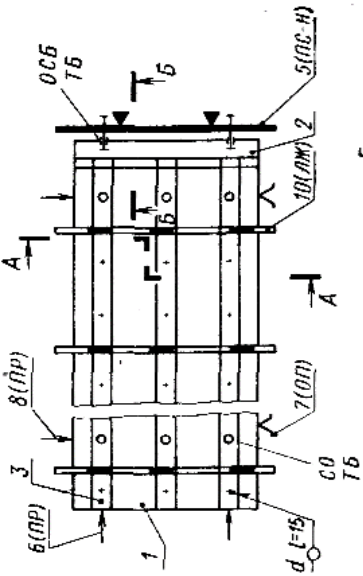
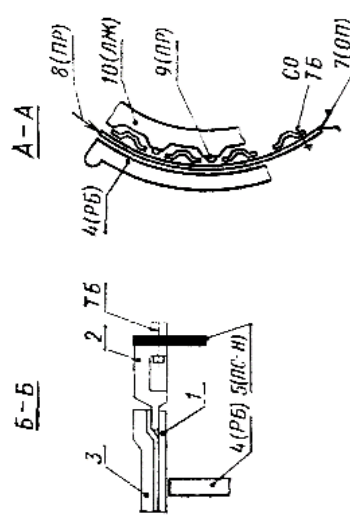
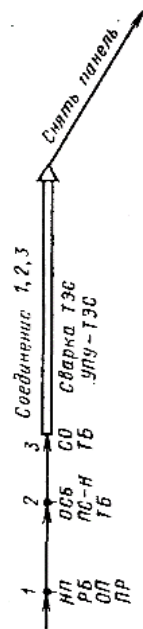


Схема сборки



Приспособление и его оснащение

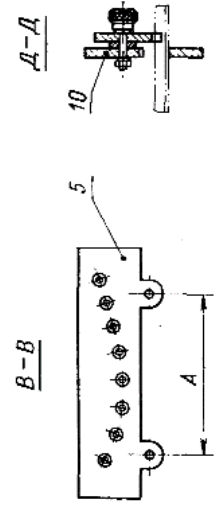
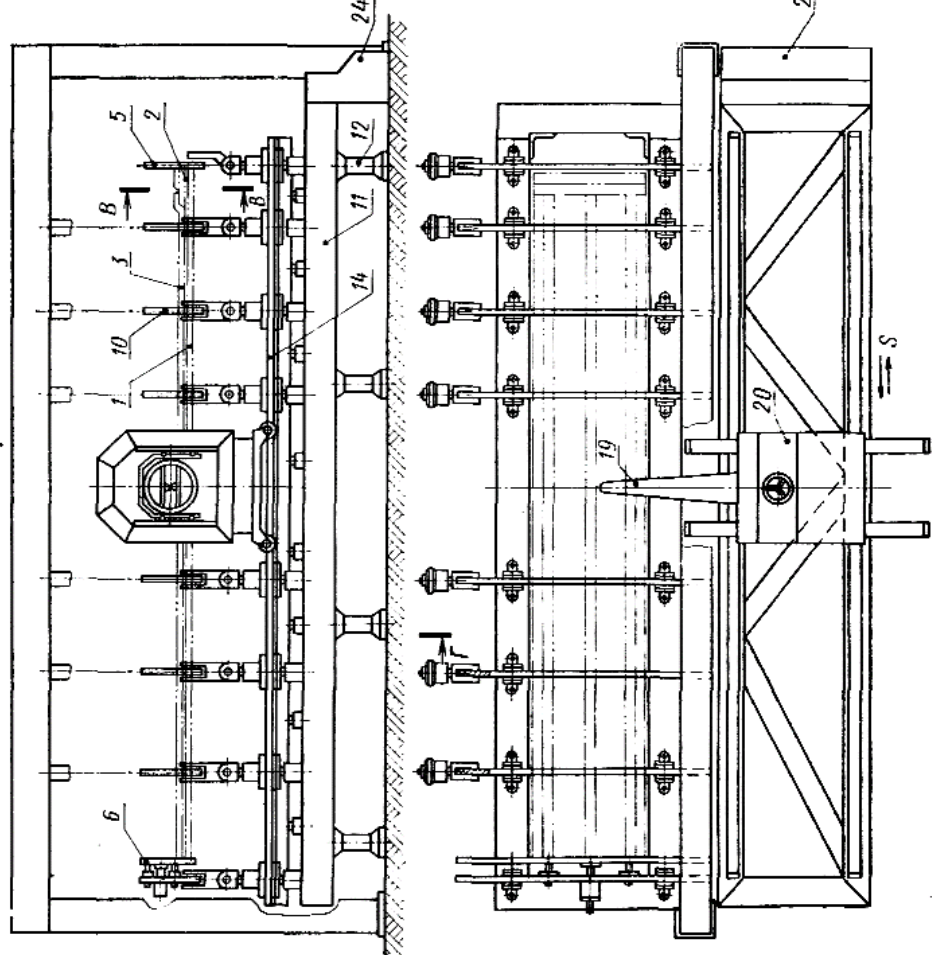


Рис. 1.9. Компонентный чертеж сборки и сварки панели

изводят сварку однорядным швом обшивки, профиля и стрингеров в зоне подсечки стрингеров. Направление швов параллельно привалочной плоскости.

### Базирование деталей и сборочных единиц

Отдельные детали и сборочные единицы в сборочное положение устанавливают по базам (см. рис. 1.6).

«Обобщенные» детали и сборочные единицы обладают теми же свойствами, что и реальные детали и сборочные единицы, но их применение позволяет составить в математическом и графическом виде модель базирования. Модель базирования позволяет математическим путем или с помощью графического построения определить оптимальный метод базирования при сборке. Процесс сборки самолета или вертолета выполняют в несколько этапов: сбор-

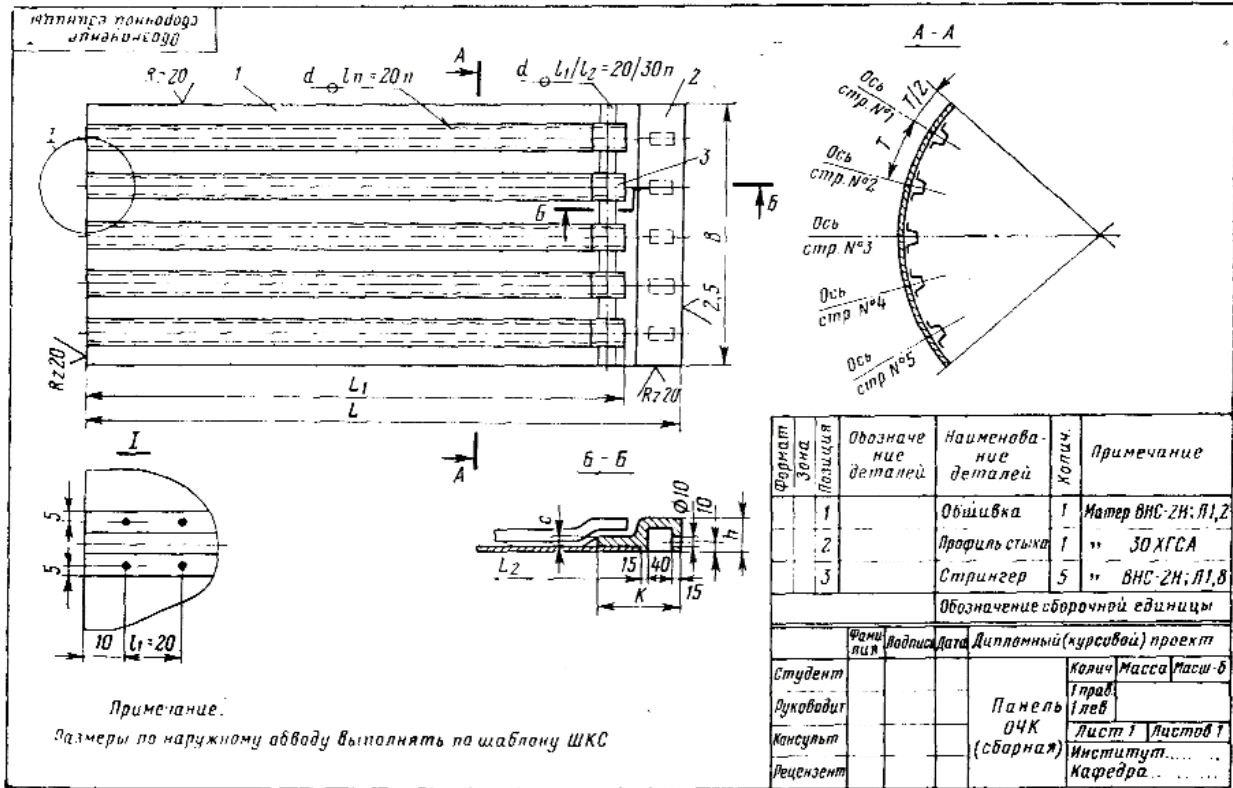


Рис. 1.10. Панель сварной конструкции

При разработке метода базирования определяют базы для отдельных деталей, узлов, панелей и состав баз при сборке отсека или агрегата.

Под составом баз понимают перечень баз у деталей, узлов, панелей, входящих в проектируемый отсек или агрегат. Выбор баз и их состава при выполнении конструкторских дипломных проектов с технологической специацией производят в процессе проектирования самолета (вертолета).

Разрабатывая конструкцию проектируемого в дипломном проекте агрегата (отсека), студент решает вопрос о базировании при сборке входящих в него деталей, узлов, панелей.

При выборе базы и состава баз анализируют чертеж изделия и группируют основные детали, узлы, панели в «обобщенные» — условные детали и сборочные единицы. «Обобщенные» детали или сборочные единицы имеют одно и то же функциональное назначение, обладают одинаковыми свойствами и имеют то же название, что и реальные детали и сборочные единицы.

К таким «обобщенным» деталям и сборочным единицам предъявляют одинаковые требования по точности, они имеют одинаковый характер установки в сборочное положение, подход в зону выполнения соединений и вид соединения между собой.

ка узлов и панелей, затем сборка отсеков и агрегатов. В соответствии с этим рассматривают процессы и составляют схемы базирования, включая в них «обобщенные» детали и сборочные единицы.

В табл. 1.3 приведены условные обозначения баз и состава баз, приводимых на схемах базирования. На рис. 1.11 приведен чертеж лонжерона, показаны схематично в двух плоскостях возможные

Таблица 1.3

Условные обозначения баз и состава баз

Наименование	Обозначение
База детали	$B(D)$
Состав баз при сборке узла (панели) из деталей	$B(\Sigma D)$
База узла	$B(U)$
База панели	$B(P)$
Состав баз при сборке отсека (агрегата) из узлов и панелей	$B(\Sigma U; \Sigma P)$
База отсека (агрегата)	$B(O)$
Состав баз при сборке агрегата из отсеков	$B(\Sigma O)$

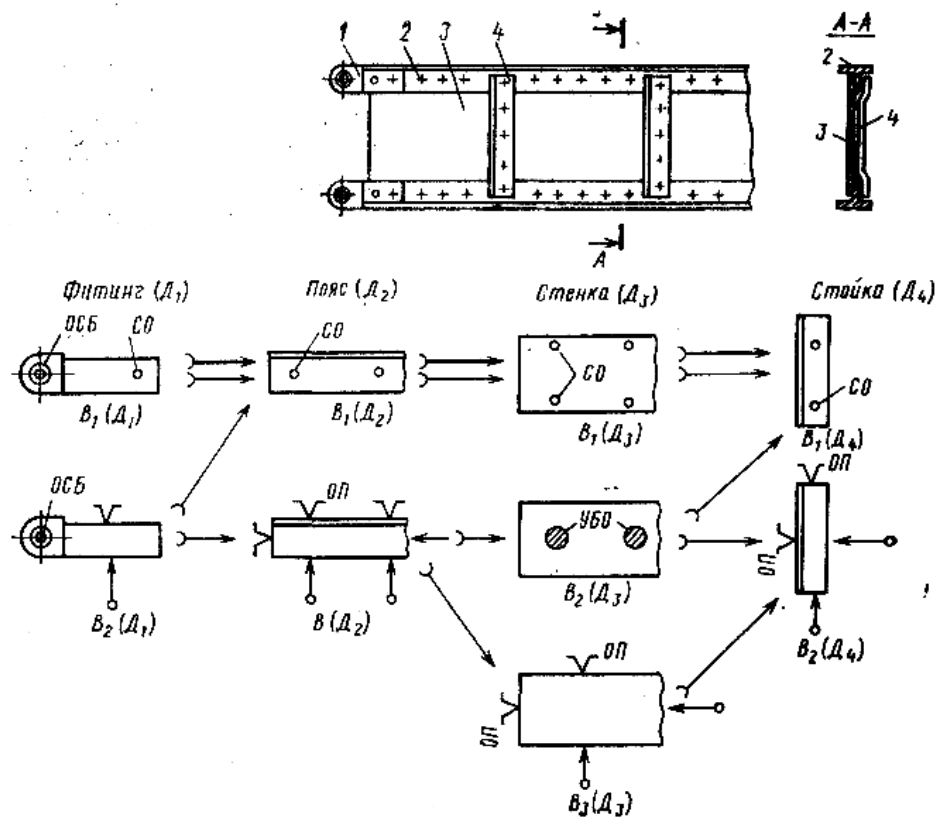


Рис. 1.11. Лонжерон, входящие в него «обобщенные» детали и возможные варианты базирования таких деталей

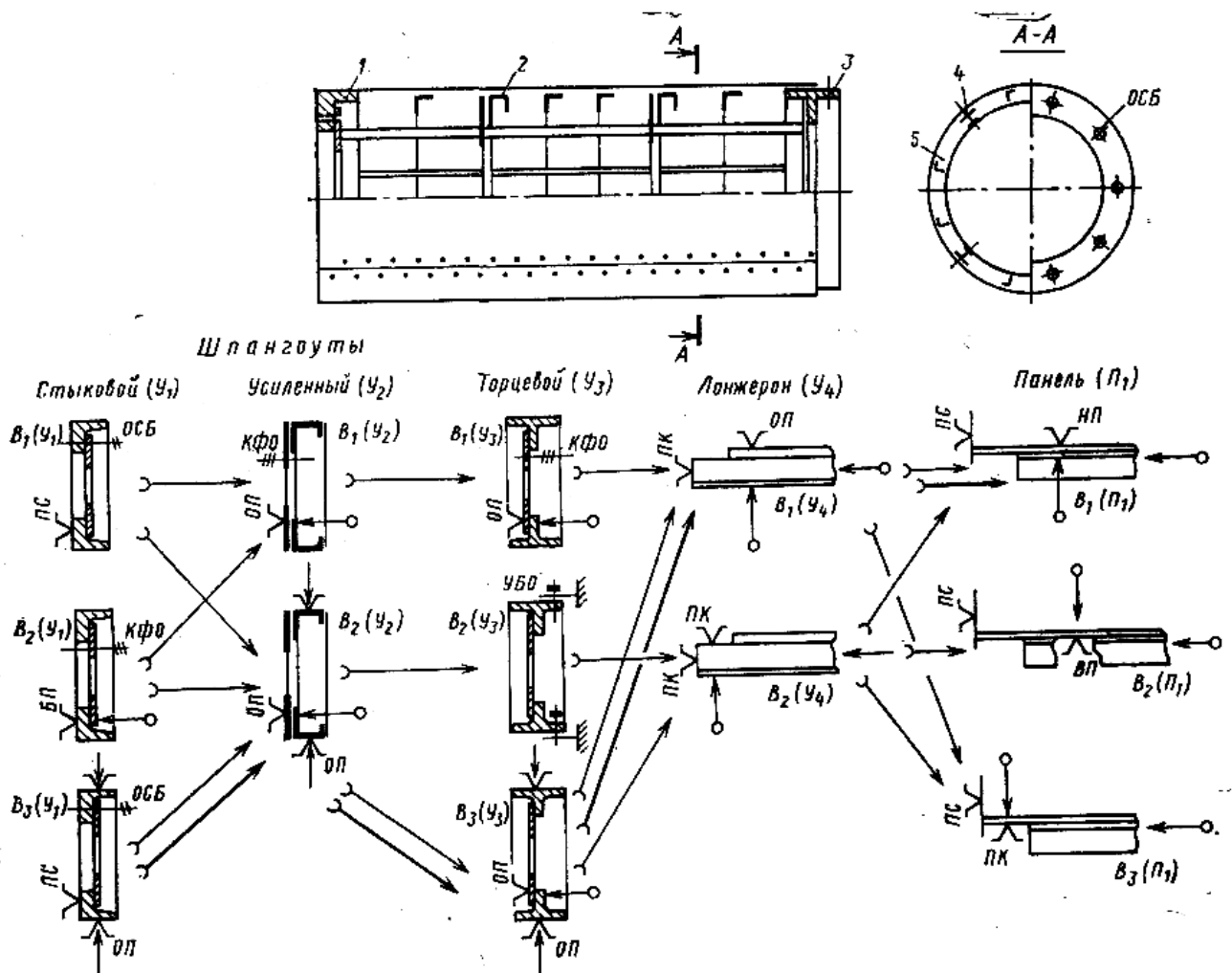


Рис. 1.12. Отсек фюзеляжа, входящие в него «обобщенные» узлы и панели и возможные методы базирования таких сборочных единиц:

1—стыковой шпангоут; 2—усиленный шпангоут; 3—торцевой шпангоут; 4—лонжерон; 5—панель

Методы базирования входящих в него «обобщенных» деталей. При установке в сборочное положение фитинга 1 ( $D_1$ ) в качестве баз возможно принять: отверстия под стыковые болты ОСБ и сборочные отверстия СО — база  $B_1(D_1)$  или отверстия ОСБ и поверхность детали (пояса) ПД — база  $B_2(D_1)$ . Пояс 2 ( $D_2$ ) возможно базировать по СО — база  $B_1(D_2)$ , по опоре приспособления ОП и поверхности детали (фитинга) ПД, — база  $B_2(D_2)$ . На рис. 1.11 показаны тонкими линиями со стрелками возможные методы базирования стенки 3 ( $D_3$ ) и стойки 4 ( $D_4$ ). На рис. 1.12 приведен чертеж

При сборке отсека фюзеляжа и установке в сборочное положение узлов и панелей в состав баз могут входить следующие базы:

$$\left. \begin{aligned} B_1[\sum Y; \sum \Pi] &= B_1(Y_1) \wedge B_2(Y_2) \wedge B_3(Y_3) \wedge \\ &\wedge B_2(Y_4) \wedge B_1(\Pi_1), \text{ или} \\ B_2[\sum Y; \sum \Pi] &= B_2(Y_1) \wedge B_1(Y_2) \wedge B_1(Y_3) \wedge \\ &\wedge B_1(Y_4) \wedge B_3(\Pi_1), \text{ или} \\ B_3[\sum Y; \sum \Pi] &= B_3(Y_1) \wedge B_2(Y_2) \wedge B_2(Y_3) \wedge \\ &\wedge B_2(Y_4) \wedge B_2(\Pi_1). \end{aligned} \right\} (1.14)$$

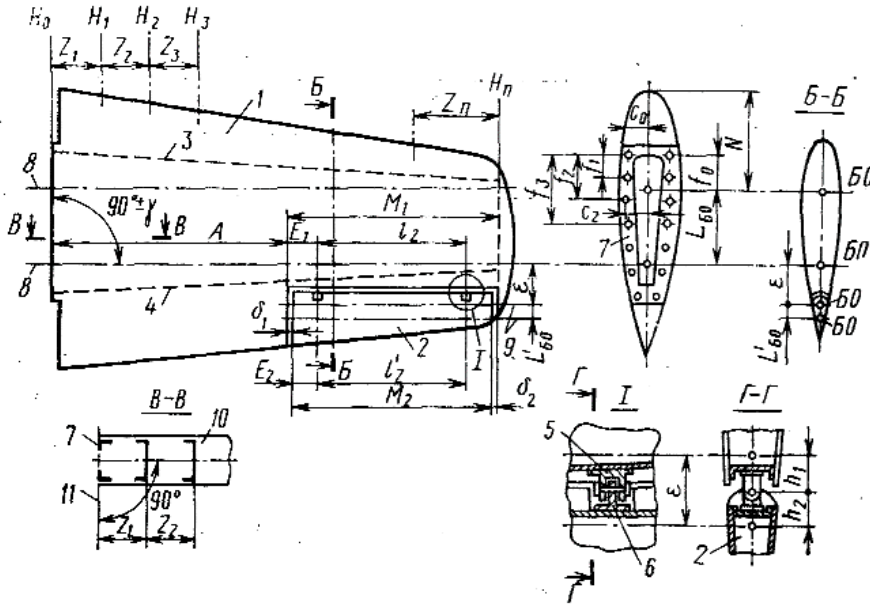


Рис. 1.13. Технологический сборочный чертеж отъемной части крыла: 1—отъемная часть крыла; 2—элерон; 3, 4—оси лонжеронов; 5, 6—узлы крепления элерона на крыле и элероне; 7—корневая стыковая нервюра; 8—оси базовых отверстий в ОЧК; 9—оси базовых отверстий в элероне; 10—плоскость хорд нервюр крыла; 11—плоскость нервюр

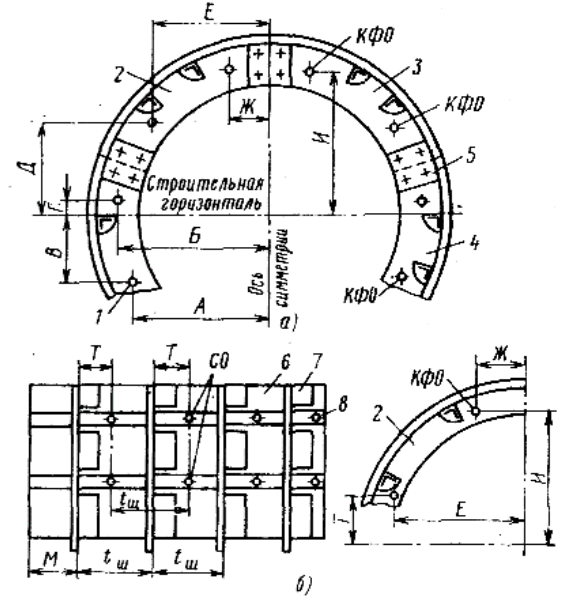


Рис. 1.14. Координация КФО в отсеке (а) и панели (б). Координация СО в панели: 1, 2, 3, 4—панели; 5—соединительные накладки; 6—обшивка; 7—шпангоут; 8—стрингер

отсека фюзеляжа, показаны тонкими линиями со стрелками возможные методы базирования входящих в него узлов и панелей. На этих схемах базирования базовые поверхности указаны в соответствии с условными обозначениями (табл. 1.4). Как видно из приведенных рис. 1.11 и 1.12, при сборке узла или отсека возможно применить различный состав баз. Для описания и анализа возможных составов баз используют аппарат математической логики [20]. Так, при сборке лонжерона возможны следующие составы баз:

$$\left. \begin{aligned} B_1[\sum D] &= B_1(D_1) \wedge B_1(D_2) \wedge B_1(D_3) \wedge B_1(D_4), \\ \text{или} \\ B_2[\sum D] &= B_2(D_1) \wedge B_2(D_2) \wedge B_2(D_3) \wedge B_2(D_4), \\ \text{или} \\ B_3[\sum D] &= B_2(D_1) \wedge B_2(D_2) \wedge B_3(D_3) \wedge B_2(D_4). \end{aligned} \right\} (1.13)$$

Выражение  $B_1(D_1) \wedge B_2(D_2)$  и т. д. означает логическое произведение баз: знак  $\wedge$  читается как «и» (буква).

При разработке технологического процесса сборки необходимо выбрать оптимальные методы базирования для каждой детали и сборочной единицы, определить состав баз и установить последовательность установки их в сборочное положение.

Принятый состав баз при сборке узла, панели или отсека агрегата определяет конкретные базы и последовательность установки деталей или сборочных единиц в сборочное положение и служит основанием для разработки схемы сборки.

В качестве примера на рис. 1.11 жирными линиями со стрелками показаны базы для деталей при сборке лонжеронов (узла):

$$B_1[\sum D] = B_1(D_1) \wedge B_1(D_2) \wedge B_1(D_3) \wedge B_1(D_4), \quad (1.15)$$

а на рис. 1.14 состав баз при сборке отсека фюзеляжа

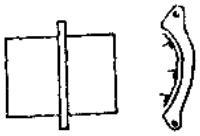
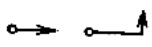
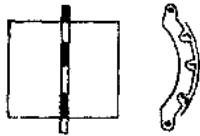
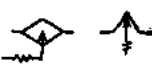



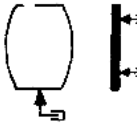




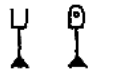
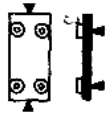

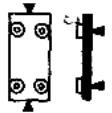
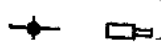
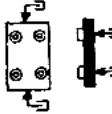
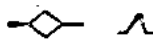



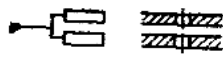

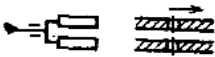
$$B_n[\sum Y; \sum \Pi] = B_3(Y_1) \wedge B_2(Y_2) \wedge B_3(Y_3) \wedge \wedge B_1(Y_4) \wedge B_1(\Pi_1). \quad (1.16)$$

Оптимальным составом баз считают тот, который удовлетворяет требованиям по точности наружных обводов собираемого изделия и имеет лучшие тех-

Условные обозначения базиремых поверхностей изделий, базовых и зажимных элементов приспособлений на схемах базирования и сборки

Наименование	На схеме базирования и сборки	Наименование	На схеме базирования и сборки
Наружная поверхность обшивки	НП	Базовое отверстие	БО
Внутренняя поверхность обшивки	ВП	Направляющее отверстие	НО
Поверхность каркаса	ПК	Установочное базовое отверстие	УБО
Сборочное отверстие	СО	Крепежное отверстие	КО
Отверстия стыковых болтов	ОСБ	Цивелировочная точка	НТ
Координатно-фиксирующие отверстия	КФО		

Наименование	На схеме базирования		Наименование	На схеме базирования	
	Вид спереди и сбоку			Вид спереди и сбоку	
Рубильник		РБ	Прижим (зажим)		ПР
Ложемент		ЛЖ	Прижим, совмещенный с опорой		ПР-ОП
Плиты стыка:			Макетная первюра		МН
неподвижная		ПС-Н	Макетный шпангоут		МШ
подвижная		ПС-П	Технологический болт		ТБ
поворотная		ПС-ПВ	Технологические заклепки		ТЗ
Фиксаторы узлов:			Пружинный фиксатор		ПФ
неподвижный		ФН	Плиты разделочного стенда:		ПРС-Н
подвижный		ФП	неподвижная		ПРС-Н
Фиксатор штыревой		ФШ	подвижная		ПРС-П
Опора		ОП	Базовая плоскость		БП
			Кондукторы для разделки отверстий:		КН-Н1
			неподвижный с одной направляющей втулкой		КН-Н1
			с двумя направляющими втулками		КН-Н2
			подвижный с одной направляющей втулкой		КН-П1
			с двумя направляющими втулками		КН-П2



нико-экономические показатели в сравнении с другими составами баз, обеспечивающими такую же точность обводов. Выбор оптимального состава баз, указанных в формулах 1.13 и 1.14, связан с большим объемом вычислений, поэтому его целесообразно производить с использованием электронно-вычислительных машин ЭВМ [5]. В этом случае на вход в ЭВМ вводят исходные данные и расчетные формулы, а на выходе печатаются данные об оптимальном составе баз.

В тех случаях, когда выбор оптимального метода базирования производят с использованием ручных вкладываемых вычислительных машин, оператор (студент) выполняет логические процедуры по схеме базирования (см. рис. 1.11 и 1.12) и производит расчеты. Логические процедуры включают перебор возможных составов баз, а расчеты — определение технико-экономических показателей рассматриваемых вариантов базирования. Выбранные базы показывают на чертеже разрабатываемого в проекте агрегата (отсека).

При выполнении технологических дипломных проектов с конструкторской спецчастью или курсовых проектов по сборочным работам разработку процесса сборки и его оснащения производят по готовым чертежам собираемых изделий.

Так как все типы сборочных приспособлений проектируют в системе прямоугольных или полярных координат, то и размеры между базовыми элементами на чертеже изделия должны быть заданы в системе прямоугольных или полярных координат.

Если эти условия не соблюдены, то чертеж собираемого изделия подлежит технологической доработке или необходимо разработать специальный технологический сборочный чертеж.

Рассмотрим в качестве примера технологический сборочный чертеж отъемной части крыла (ОЧК), собираемого с базированием панелей по поверхности каркаса (рис. 1.13). На чертеже основные размеры, определяющие форму обводов, положение плоскостей стыков, стыковых узлов заданы относительно базовых осей крыла и базовых отверстий (БО) по сечениям.

Координация на технологическом чертеже обводов и узлов стыка крыла с центропланом (размеры  $c$  и  $f$ ) и крыла с элероном (размеры  $\Sigma$ ,  $h_1$ ,  $h_2$ ) обеспечивает увязку сборочного приспособления для сборки крыла с приспособлением для сборки центроплана и элерона. В данном случае имеется в виду совпадение: осей стыковых отверстий ОСБ и обводов крыла с центропланом и крыла с элероном.

При использовании в качестве базы координатно-фиксирующих отверстий — КФО (см. рис. 1.6) их наносят на детали (шпангоуты, нервюры) в системе прямоугольных координат относительно базовых осей собираемого изделия (рис. 1.14).

В случае базирования по СО сборочное отверстие наносят на чертежах в процессе технологической проработки чертежей изделия.

На рис. 1.15 показан пример технологической проработки чертежа кессона центроплана при сборке его с базированием панелей по внутренней поверхности обшивки (см. рис. 1.6).

При этом методе базирования лонжероны в сборочное положение устанавливают по УБО.

В технологическом чертеже на лонжеронах указывают места расположения УБО, т. е. размеры  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$ , ... Расстояния  $n$  между УБО кратны 50 мм. УБО реализуются в виде отверстий в специальных технологических накладках 10 (см. рис. 1.15). Такие накладки применяют для усиления стенки лонжерона. Накладки после сборки кессона снимают, а отверстие в стенке заглушают (болтом). В процессе технологической проработки чертежа кессона проектируют такие накладки и наносят их на чертеж изделия.

Установка панелей по внутренней поверхности обшивки 8 предусматривает наличие специальных базирующих элементов в виде макетных нервюр 4. Макетные нервюры устанавливают вместо самолетных нервюр по длине кессона через одну или две самолетные нервюры 3.

В технологическом чертеже указывают вместо каких самолетных нервюр будут установлены макетные нервюры. На рис. 1.15 макетные нервюры предусмотрено установить вместо нервюр  $Z_1$ ,  $Z_3$ ,  $Z_5$  и  $Z_7$  (показаны сплошными линиями).

Размеры и форма каждой макетной нервюры должны соответствовать размерам и форме нервюры, вместо которой ее устанавливают.

Сечение А—А дано по самолетной нервюре  $Z_3$ , где показано крепление нервюры по СО в профилях 9 лонжерона. Приведены расстояния  $T$  между стрингерами и ширина полок стрингеров —  $b$ . Макетная нервюра 4 имеет размеры  $D$ ,  $K$ ,  $t$ ,  $T$ ,  $R$  такие же как и у самолетной нервюры  $Z_3$ , вместо которой она устанавливается на период сборки. Размер выреза под стрингер  $b_1 = b + 8$  мм, а размеры  $H_{\text{МН}}$  по обводу равны размерам шаблона ШКС в рассматриваемых сечениях ( $x-x$ , ...). Макетные нервюры устанавливают на лонжероны по СО так же как и самолетные нервюры. На основании чертежа сборочной единицы и выбранных баз для установки деталей в сборочное положение разрабатывают схему базирования. Схему базирования вычерчивают на компоновочном чертеже в виде эскиза сборочной единицы с обозначением по табл. 1.4 принятых на деталях базирующих поверхностей и базовых элементов приспособления.

В описании схемы базирования указывают конкретные поверхности, по которым детали (сборочные единицы) базируют, и что используют в качестве сборочного элемента приспособления. На компоновочном чертеже (см. рис. 1.9) в качестве примера приведена схема базирования деталей при сборке панели сварной конструкции, показанной на рис. 1.10.

Основной базой при образовании аэродинамического обвода принята наружная поверхность обшивки — НП. В качестве баз для деталей приняты (см. рис. 1.9):

наружная поверхность обшивки — НП и рабочие поверхности рубильников 4 (РБ) при установке обшивки 1 по обводу. В продольном и поперечном направлениях обшивку базируют по торцам — на опоры 7 (ОП) приспособления;

ОСБ и привалочная поверхность стыкового профиля при установке его на плиту стыка 5 (ПС-Н). Стыковой профиль крепят в сборочном положении к плите стыка 5 технологическими болтами ТБ;

СО при установке стрингеров 3 на обшивку 1. Стрингеры крепят к обшивке технологическими болтами ТБ. Все детали панели прижимают к рубильникам 4 прижимами 9 (ПР), установленными на ложементх 10 (ЛЖ).

В соответствии с принятыми базами разрабатывают условия поставки деталей на сборку.

Все это обеспечивает возможность сборки без подгонок, деформаций и значительных внутренних напряжений. Требования, связанные с методом базирования и сборки, предусматривают наличие специальных базовых элементов в деталях и сборочных единицах. При базировании по технологическим отверстиям в деталях и сборочных единицах,

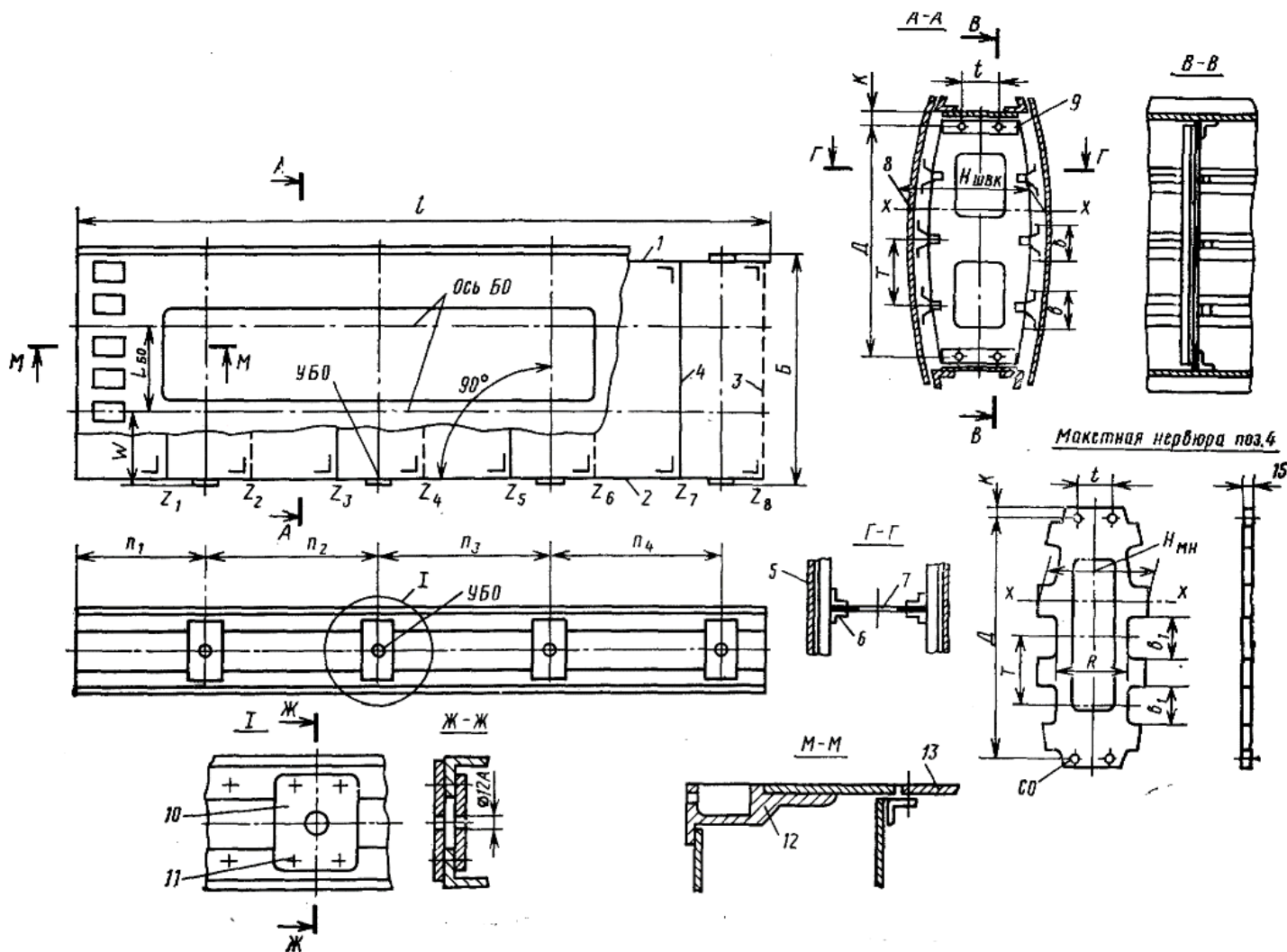


Рис. 1.15. Технологический сборочный чертеж кессона центроплана:

1, 2—передний и задний лонжерон; 3, 7—самолетная нервюра; 4—макетная нервюра; 5—панель; 6—компенсатор; 8—обшивка; 9—профиль; 10—технологическая накладка; 11—крепление технологической накладки к лонжерону; 12—стыковой профиль; 13—съемная панель-люк

### Условия поставки деталей и сборочных единиц на сборку

Требования, предъявляемые к поступающим на сборку деталям и сборочным единицам, состоят из требований по общей взаимозаменяемости и требований, связанных с применяемым методом базирования, и процессом сборки. Требования общей взаимозаменяемости к деталям и сборочным единицам предусматривают: соответствие их размеров и формы данным чертежа, соблюдение в пределах допусков их фактических размеров, наличие предусмотренных припусков для последующей обработки в ходе или после процесса сборки, использование материалов требующихся марок, обеспечение требуемого качества поверхностей и заданной массы.

поступающих на сборку, должны быть предварительно просверленные отверстия СО, КФО или УБО.

При сборке отсеков и агрегатов из узлов и панелей указывают в каком виде поступают на сборку узлы и панели. В окончательно собранном виде или при сборке отсека ставят дополнительные детали, даются ли припуски на обработку кромок и отверстий ОСБ, указывается ли наличие направляющих отверстий НО.

Для герметизируемых сборочных единиц указывается степень герметизации поступающего на сборку узла панели.

Условия поставки деталей и сборочных единиц вносят в описание компоновки.

Так, например, условия поставки деталей на сборку-сварку панели (см. схему базирования на рис. 1.9) следующие:

обшивка 1 подается на сборку-сварку отформованной с обрезанными кромками и просверленными в ней СО для установки стрингеров. Проведена подготовка внутренней поверхности обшивки под сварку в зоне расположения стрингеров;

стыковой профиль 2 подается на сборку-сварку окончательно обработанным по обводам. В зоне контакта профиля с обшивкой и стрингерами произведена подготовка под сварку. По торцу — привалочной плоскости — дан припуск 3 мм. Отверстия под стыковые болты ОСБ обработаны предварительно, диаметр их на 2 мм меньше с учетом последующей их обработки;

стрингеры 3 подаются на сборку-сварку с обрезанными в размер торцами и просверленными СО. Поверхности стрингеров подготовлены под сварку.

чени различными вариантами процесса сборки требуемого качества изделия, лучший из них выбирается на основании технико-экономических показателей [4, 13]. Технические характеристики универсального оборудования для выполнения клепаных, сварных, болтовых и клееных соединений приведены в технической литературе [1, 3, 4, 6, 12, 13, 16, 23, 24], компоновках данного альбома и типаже оборудования для выполнения соединений, изложенном в работе [7]. Технологический процесс сборки агрегата, отсека, панели или узла в выбранном варианте разрабатывается на основании схемы сборки самолета, вертолета (см. рис. 1.7), т. е. предусматривается увязка сборочной оснастки в соответствии с этой схемой. Операции — установка деталей (сборочных единиц) в сборочное положение и фиксация их в сборочном положении — разрабатывают на основании схемы базирования, представленной на компоновке рис. 1.9 и рис. 1.11 и 1.12.

### Варианты процесса сборки. Состав сборочных операций и схема сборки

Сборку узлов, панелей, отсеков, агрегатов можно производить по различным технологическим процессам, которые, обеспечивая получение изделия требуемого качества, будут отличаться друг от друга по применяемой технологической оснастке и оборудованию для выполнения соединений.

Варианты процесса сборки будут отличаться друг от друга и по степени механизации и автоматизации операций выполнения соединений. При обеспе-

Таблица 1.5

Условные обозначения операций на схемах и цикловых графиках: сборки, разделки стыков и стыковки агрегатов


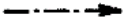

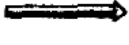
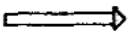

Наименование операции	Обозначение
Установка деталей, узлов, отсеков и агрегатов в сборочное положение	
Установка и снятие элемента оснастки оборудования	
Сверление отверстий	
Фиксация деталей, сжатие пакета	
Соединение деталей (клепка, сварка, склеивание)	
Механическая обработка плоскостей, отверстий	

Таблица 1.6  
Условные обозначения оборудования и инструментов на схемах и цикловых графиках сборки, разделки стыков и стыковки агрегатов

Наименование средств механизации	Условное обозначение
Пневматическая дрель	ПД
Клепальный молоток	КМ
Клепальный пресс стационарный	КП
Переносной клепальный пресс	ПКП
Сверлильно-зенковальное встраиваемое устройство	СЗВУ
Сверлильно-зенковальный агрегат	СЗА
Сверлильно-разделочная установка, встраиваемая в сборочное приспособление	СЗРУВ
Пресс клепальный, встраиваемый в сборочное приспособление	ПКВ
Пневмогайковерт	ПГ
Сверлильно-клепальный автомат	СКА
Сварочные клещи	СКВ
Протяжное устройство	ПГУ
Инструмент для постановки болтов	ПИВ
Установка с программным управлением для точечной электросварки	УПУ-ТЭС
Установка с программным управлением для дуговой электросварки	УПУ-ДЭС
Установка для разделки привалочных плоскостей и стыковых отверстий	УПР-ОСБ
Головка силовая сверлильно-фрезерная	ГСФ-02
Головка силовая расточная	ГР-02М
Головка силовая сверлильная	ГС-2

В процессе разработки компоновки определяют состав сборочных операций и последовательность их выполнения.

Для каждой операции (перехода) указывают базовые поверхности деталей и приспособления, средства фиксации деталей, применяемый инструмент и оборудование.

В результате такой укрупненной проработки процесса сборки вычерчивают на компоновке схему сборки или цикловой график сборки (в зависимости от задания по проекту).

При вычерчивании схемы или графика сборки используют условные обозначения операций и оборудования, приведенные в табл. 1.5 и 1.6. На компоновочном чертеже рис. 1.9 приведена схема сборки панели.

В процессе сборки рассматриваемой сварной панели вначале устанавливают в сборочное положение

он дает вполне определенное представление о форме приспособления, элементах каркаса, базовых элементах, средствах фиксации собираемых деталей (сборочных единиц) и иллюстрирует расположение в приспособлении собираемого изделия. Кроме общего вида приспособления приводят различного вида сечения, показывающие отдельные элементы приспособления, методы базирования деталей и средства фиксации деталей собираемого изделия в сборочном положении. В эскизном проекте на каркас приспособления или на специальные опоры наносят оборудование и инструменты для выполнения соединений. При вычерчивании оборудования дают сечения в тех зонах, где это оборудование используется.

Пример выполнения чертежа эскизного проекта приспособления и его оснащения оборудованием показан на рис. 1.9.

В пояснительной записке к проекту дают описание эскизного проекта приспособления и его оснащения.

Приспособление для сборки сварной панели, приведенное на рис. 1.9, состоит из каркаса, стыковой плиты, рубильников, ложементов, механизмов для подъема, опускания и закрепления ложементов.

Каркас представляет собой раму 11, установленную на колоннах 12. Переходники 13 закреплены на раме 11 и представляют собой сборную конструкцию, состоящую из стаканов, вилок, опор и продольных линеек 14. На вилках 15 установлены неподвижные рубильники 4.

На каждом рубильнике смонтированы упоры 7, пружинные прижимы 8 и гидравлический безштыревой фиксатор 16.

Ложемент 10 поднимают и опускают в рабочее положение при помощи гидравлического подъемника 17, который укреплен на эстакаде 18. Ложемент представляет собой сборную конструкцию, состоящую из профиля, и укрепленной на нем сменной планки с прижимами 9.

На специальном кронштейне установлен торцевой автоматически действующий упор 6.

Для выполнения соединений спроектирована установка с программным управлением. Установка позволяет производить точечную сварку продольных и поперечных швов. Постановка сварочной точки и перемещение сварочного агрегата вдоль шва выполняется автоматически в соответствии с заложенной в машину программой.

Конструктивно установка с программным управлением УПУ-ТЭС состоит из клещей 19 и каретки с манипулятором 20 для установки клещей в рабочее положение и выполнения процесса соединения.

Каретки установлены на суппорте, имеют направляющие 22, по которым каретка может перемещаться в поперечном направлении указанными на компоновке стрелками. Суппорт установлен на раме 23 и имеет возможность перемещаться вдоль панели в направлении стрелки S.

Перед выполнением процесса сварки в соответствии с принятой программой клещи устанавливают в исходную позицию и включается процесс автоматической сварки.

Цикловой график сборки панели (к компоновке ТЭС-31)

№ последовательности, содержание операций и № переходов	Продолжительность, мин/ч	Кол-во использованных инструментов	Продолжительность, ч	Цикловое время, ч
1 Установка обшивки 1 в приспособление по НП, РБ, ПС-Н, ОП, ПР				
2 Установка стыкового профиля 2 по ОСБ, ПС, ПС-Н, ТБ				
3 Установка стрингера 3 по СО, ТБ				
4 Соединение деталей сваркой ТЭС на установке УПУ-ТЭС				
5 Снятие панели с приспособления				
Итого:				Тц

Рис. 1.16. Цикловой график сборки

обшивку 1, базируют ее по наружной поверхности (НП), обводам рубильников (РБ) и опорам приспособления (ОП), прижимают обшивку к опорам прижимами (ПР) — все это указывают на схеме (см. рис. 1.9). Далее устанавливают профиль стыка 2 и указывают его базовые поверхности и средства крепления в сборочном положении и т. д. В схеме указывают какие детали соединяют, метод соединения и применяемое оборудование. В данном примере соединяют детали 1, 2, 3 сваркой. ТЭС выполняют с помощью сварочной установки с программным управлением (УПУ-ТЭС). После сварки панель снимают с приспособления и передают на следующий этап сборки. Номера деталей панели (1, 2, 3) на схемах базирования и сборки сохраняются. Вместо схемы сборки на компоновке можно привести цикловой график сборки, рис. 1.16.

### Эскизный проект сборочного приспособления и его оснащения

Проектирование сборочного приспособления является завершающим этапом при разработке технологического процесса сборки. Проектируют сборочное приспособление в два приема.

Вначале разрабатывают эскизный проект приспособления, а затем на основании эскизного проекта разрабатывают рабочие чертежи сборочного приспособления.

Эскизный проект сборочного приспособления представляет собой чертеж общего вида в двух-трех проекциях. Такой чертеж выполнен схематично, но

В автоматическом цикле свариваются все точки, после чего электроды возвращаются в исходное положение.

После окончания процесса сварки производят съём панели в следующем порядке:

с пульта управления 24 освобождают фиксаторы 16 крепления ложементов;

отводят ложементы в верхнее положение;

освобождают боковой упор 6;

снимают все технологические болты;

снимают панель с приспособления.

Рассматриваемое в компоновке сборочное приспособление универсально. На линейке 14 легко могут быть установлены переходники 13 с вилками 15 и комплектом рубильников и ложементов для сборки и сварки другого типоразмера панели. На чертеже приспособления номера собираемых деталей (сборочных единиц), базовых элементов, средств фиксации те же, что и на схемах базирования и сборки. Детализацию конструктивных элементов и узлов приспособления и установленного на нем оборудования производят в соответствии с заданием по проекту.

## СБОРОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ

### 1. ВИДЫ СБОРОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Основное назначение сборочного приспособления — обеспечение возможности установки — базирования деталей, узлов, панелей в сборочном положении относительно базовых осей и создание условий для выполнения соединения деталей в сборочную единицу.

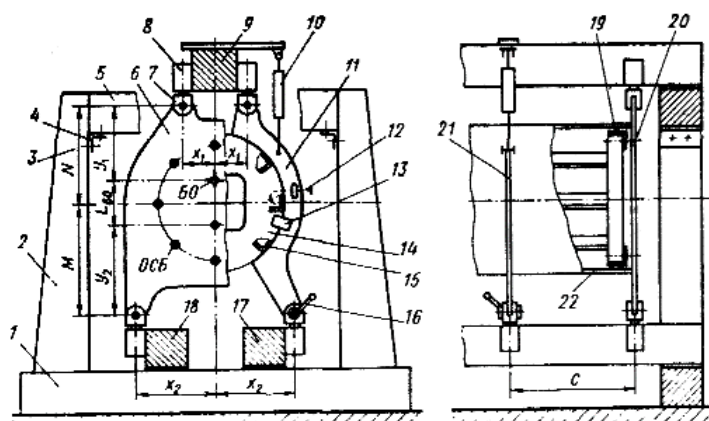


Рис. 2.1. Эскиз сборно-разборного приспособления (СРП)

При выполнении основного назначения конструкция сборочного приспособления должна: обеспечивать сохранение точности базовых размеров в процессе сборки, иметь свободные подходы для установки деталей и выполнения соединений, исключать промеры, подгонку и разметку при установке деталей, иметь средства механизации для подъема, опускания и закрепления в рабочем положении элементов сборочного приспособления, отвечать требованиям по технике безопасности при работе в приспособлении.

Сборочное приспособление представляет собой сложную пространственную конструкцию, состоящую из следующих элементов:

каркаса (рам, балок, стоек, колонн), на котором монтируются все элементы приспособления;

установочных (базировочных) элементов (рубильников, ложементов, плит стыка, дистанционных калибров, кронштейнов КФО, установочных линейек, наладок и т. д.);

средств крепления и фиксации собираемых деталей в сборочном положении;

механизмов для подъема и закрепления установочных элементов приспособления в исходном и рабочем положении;

механизмов для установки и снятия с приспособления деталей и сборочных единиц.

Существует большое разнообразие конструкций сборочных приспособлений. В зависимости от состава, конструкции и способа соединения входящих в приспособление элементов сборочные приспособления объединяют по конструктивно-эксплуатационным признакам в следующие группы:

- сборно-разборные приспособления (СРП);
- упрощенные сборно-разборные приспособления (УСРП);
- специализированные сборочные приспособления (ССП).

### 2. СБОРНО-РАЗБОРНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

В сборно-разборном приспособлении установочные (базировочные) элементы строго зафиксированы относительно базовых осей собираемого изделия и соединения между собой. Установку собираемых деталей в сборочное положение производят только по базировочным поверхностям приспособления. Сборно-разборное приспособление служит для сборки только одного типоразмера узла, отсека или агрегата.

При смене объекта производства приспособления СРП полностью демонтируют, стандартизованные (нормализованные) детали и элементы приспособления используют для других вновь проектируемых приспособлений, а специальные детали и узлы списывают в металлолом.

На рис. 2.1 приведен эскиз сборно-разборного приспособления для сборки отсека фюзеляжа с базированием обшивки по поверхности каркаса.

Каркас приспособления состоит из основания 1, блоков колонн 2, поперечных балок 5, продольных балок 9, 17 и 18 и кронштейнов 4.

Эти элементы приспособления стандартизованы. Детали и элементы каркаса приспособления соединены между собой болтами.

На каркас приспособления установлены все остальные элементы приспособления.

Базирующими элементами в рассматриваемом приспособлении являются: плита стыка 6, по которой в сборочное положение устанавливают стыковой профиль 19, закрепляя его на ней технологическими болтами 20.

Рабочая поверхность рубильников 11 выполнена по обводу каркаса. По ним устанавливают в сборочное положение шпангоуты 14 и стрингеры 15. Рубильники 21, выполненные по наружному обводу обшивки, устанавливают вместо рубильников 11, используют рубильники 21 для прижима обшивки 22 к каркасу.

Средствами крепления фиксации собираемых деталей в данном случае служат прижимы 12 и опоры 13, установленные на рубильниках 11, и технологические болты 20.

Установочные элементы приспособления представлены в виде вилок 7, стаканов 8, механизмов для подъема рубильников 10 и зажимов 16. На рис. 2.1 показана схема координации точек крепления базирующих элементов СРП относительно базовых осей отсека. Точки крепления плиты стыка и рубильников относительно оси симметрии отсека закоординированы размерами  $x_1$ ,  $x_2$ , а относительно строительной горизонтали размерами  $y_1$ ,  $y_2$ ,  $L_{Б0}$ . Положение плит стыка и рубильников в продольном направлении определяет размер  $c$ .

### 3. УПРОЩЕННЫЕ СБОРНО-РАЗБОРНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

В качестве базирующих элементов в системе УСРП используют базовые поверхности элементов приспособления и специальные базовые отверстия в деталях собираемого изделия. В качестве базовых отверстий используют СО, КФО, УБО (см. рис. 1.6). Введение в систему УСРП базовых отверстий СО, КФО, УБО на собираемых деталях значительно сокращает количество базирующих элементов приспособления, что приводит к общему упрощению его конструкции. Упрощенные сборно-разборные приспособления (УСРП) служат для сборки только одного типоразмера узла, отсека или агрегата.

На рис. 2.2 приведено упрощенное сборно-разборное приспособление для сборки кессона центроплана с базированием панелей по внутренней поверхности обшивки (см. рис. 1.6).

Приспособление состоит из стоек 1 и 10, на которых установлены плиты стыка 5 и 12 и кронштейны 9 и 11.

При больших габаритах (3...5...10 м) собираемого изделия стойки 1 и 10 укрепляют (бетонируют) в полу, при малых габаритах собираемых изделий стойки монтируют на общем основании — плите.

На стойках устанавливают стаканы 2, закрепляют в них вилки 3, в вилках крепят плиты стыка и кронштейны. Плиты стыка имеют базовые отверстия, КО и отверстия под стыковые болты — ОСБ. В кронштейнах просверлены установочные базовые отверстия УБО.

Сборка начинается с установки лонжеронов 15 в сборочное положение с базированием по поверхно-

стям кронштейнов и крепления лонжеронов на кронштейнах технологическими болтами 14, которые вставляют в отверстия УБО в лонжеронах и кронштейнах. Затем устанавливают на плиты стыка 5 и 12 стыковые профили 6 и фиксируют их относительно плит стыка технологическими болтами 4, вставленными в отверстия ОСБ. Между лонжеронами

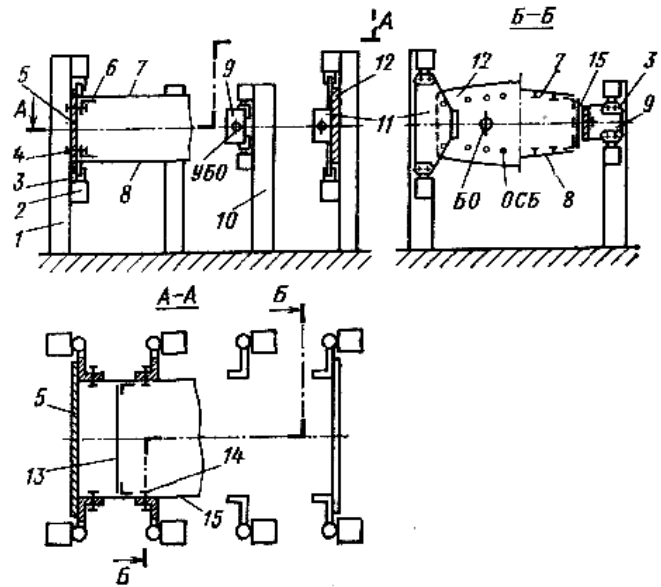


Рис. 2.2. Упрощенное сборно-разборное приспособление для сборки кессона центроплана

последовательно устанавливают макетные 13 и самолетные нервюры, а на них панели 7 и 8. В процессе последовательной установки узлов и панелей в сборочное положение соединяют их между собой болтами и заклепками. Упрощенное сборно-разборное приспособление для сборки панели показано на рис. 2.3.

Приспособление состоит из блоков колонн 1, на которых установлены продольные балки 2. На балках закреплены стаканы 8 с вилками 7. В вилках 7 установлены по дистанции шпангоутов кронштейны 3.

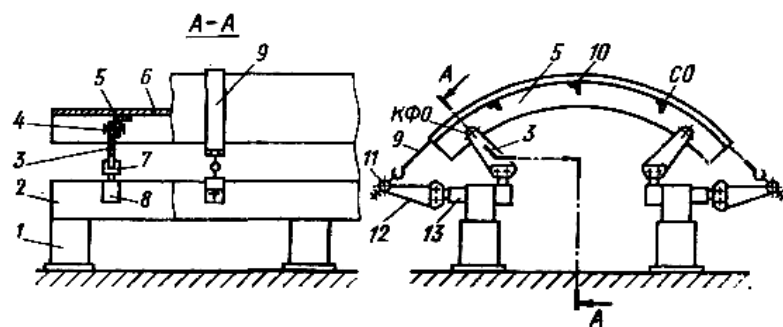


Рис. 2.3. Упрощенное сборно-разборное приспособление для сборки панели

В кронштейнах просверлены координатно-фиксирующие отверстия — КФО, такие же отверстия просверлены и в шпангоутах 5.

В процессе сборки шпангоуты устанавливают на кронштейны 3 и закрепляют технологическими болтами 4, вставляемыми в отверстия КФО. В вырезы шпангоутов устанавливают стрингеры 10 и фиксируют их относительно обшивки 6 фиксаторами, вставленными в отверстия СО. Стрингеры и обшив-

ку прижимают к обводам шпангоутов прижимной лентой 9. Для установки и натяжения ленты на балках установлены стаканы 13 и кронштейны 12. Натяжение ленты производится наворачиванием гаек 11 на стяжные болты.

Кроме сборочных приспособлений для сборки отсеков, объемных узлов и панелей в практике самолетостроения и вертолетостроения применяют приспособления для сборки плоских узлов.

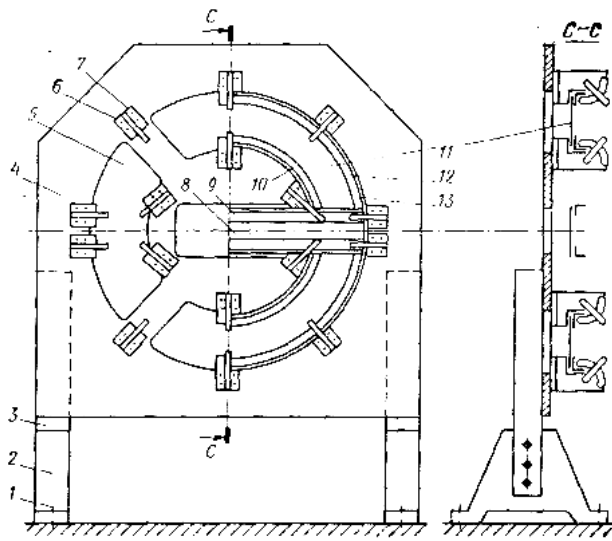


Рис. 2.4. Упрощенное сборно-разборное приспособление для сборки шпангоута

На рис. 2.4 показано приспособление для сборки шпангоута.

Приспособление состоит из стоек 2, закрепленных на полу болтами 1, вертикальных балок 3 и плиты 4. На плите установлены и закреплены болтами 7 фиксаторы 6, с помощью которых собираемые детали устанавливают и закрепляют в сборочном положении. Установку деталей в сборочное положение производят в следующем порядке: устанавливают на фиксаторы стенку 11, затем профили 10 и 12, на эти профили устанавливают продольную стенку 8, а на нее профили 9. Фиксируют и зажимают детали фиксаторами 6. По направляющим отверстиям (НО) сверлят отверстия под заклепки 13 и производят клепку. Для подхода в зоны сверления и клепки в плите 4 сделаны вырезы 5.

#### 4. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ (ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМЫЕ) СБОРОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Специализированные сборочные приспособления (ССП) — это плоская или пространственная переналаживаемая координатная система, состоящая из каркаса, базировочных и крепежных элементов. Базирование деталей, узлов, панелей может осуществляться по базировочным элементам приспособления (как в приспособлениях СРП) или по базировочным элементам приспособления и базовым отверстиям (как в приспособлениях УСРП). Для сборки плоских узлов ССП проектируют в виде прямоугольной или полярной системы координат, а для сборки объемных узлов, панелей, отсеков ССП

проектируют в виде прямоугольной системы координат.

Координатная система специализированных сборочных приспособлений в материальном виде реализуется с помощью колонн, балок, координатных линеек, дистанционных калибров и различного вида наладок, в которых имеются отверстия для установки их в требуемое положение.

Каждое ССП предназначено для сборки в условиях единичного или мелкосерийного производства группы однотипных узлов, панелей или отсеков. При переходе со сборки одного типоразмера узла на другой типоразмер узла приспособление не демонтируется, а производят перестановку-переналадку базировочных и крепежных элементов на каркасе. Переналадку приспособления производят на основании схемы (таблицы координатных точек) установки базировочных и крепежных элементов для данного типоразмера узла, панели или отсека.

На рис. 2.5 приведено специализированное сборочное приспособление для сборки группы панелей.

Приспособление выполнено в виде двух секций, образующих каркас приспособления. Каждая секция каркаса состоит из блоков колонн 2, балок 13 и 15 и ресивера 8. Каркас представляет собой жесткую систему, так как блоки колонн укреплены в полу цеха и соединены между собой ресиверами. На колонны устанавливают координатные плиты 1, 10 и 12, в которых имеется по два ряда координатных отверстий с шагом 100 мм, плиты закрепляют на колоннах болтами 24. На координатные плиты колонн устанавливают кронштейны 4 с закрепленными в них балками 13 и 15. Система базовых отверстий в плитах 1 и 10 позволяет изменять расстояние между балками в вертикальном направлении (по оси  $z$ ) с шагом 100 мм. Балка, закрепленная в кронштейне, координируется по высоте фиксатором 29 относительно плиты 1, а кронштейн крепится в плите 1 и колонне 2 болтами 23 (см. рис. 2.5, узел 1). На балке устанавливают базовые координатные плиты 5 с дистанционными калибрами 6. В дистанционных калибрах просверлены координатные отверстия 22 диаметром 10 А с шагом  $100 \pm 0,02$  мм. Начало координат по оси  $x$  лежит в одной плоскости с координатными отверстиями базовой плиты 1 колонны (см. сеч. П — П). По направляющим базовой плиты балка 5 перемещается стакан 7 с укрепленными в нем ложементами 17 и рубильниками 18. Положение стакана вдоль оси  $x$  координируют относительно дистанционного калибра 6 фиксаторами 32. Рубильники и ложементы можно устанавливать по длине балки (по оси  $x$ ) на любой размер по специальному калибру. Плита стыка 3 в рассматриваемом приспособлении установлена неподвижно и закреплена в приваренных к балкам стаканов 14 и боковых подвижных стаканов 7. При переналадке приспособления со сборки одного типоразмера панели на другой производят перестановку балок по высоте и рубильников с ложементами по длине приспособления в соответствии со схемой наладки. Специализированное сборочное приспособление для сборки групп лонжеронов (нервюр) показано на рис. 2.6.

Приспособление представляет собой поворотную раму 5, на которой смонтированы продольные базы



вые плиты 16 с укрепленными в них дистанционными калибрами 15. На базовые плиты устанавливают кронштейны 14, фиксируют их по дистанции на размер  $T$  фиксаторами 13 относительно базовых плит и дистанционных калибров 15. На кронштейны установлены линейки 6, на эти линейки установлены наладки. Наладки в виде стыкового узла 7

саторы и зажимают детали в сборочном положении. Стойки в сборочное положение устанавливают по сборочным отверстиям СО в стенке и стойках. В приспособлении, показанном на рис. 2.6, можно собирать узлы клепаной и сварной конструкции, используя соответствующее этим видам соединения, оборудование.

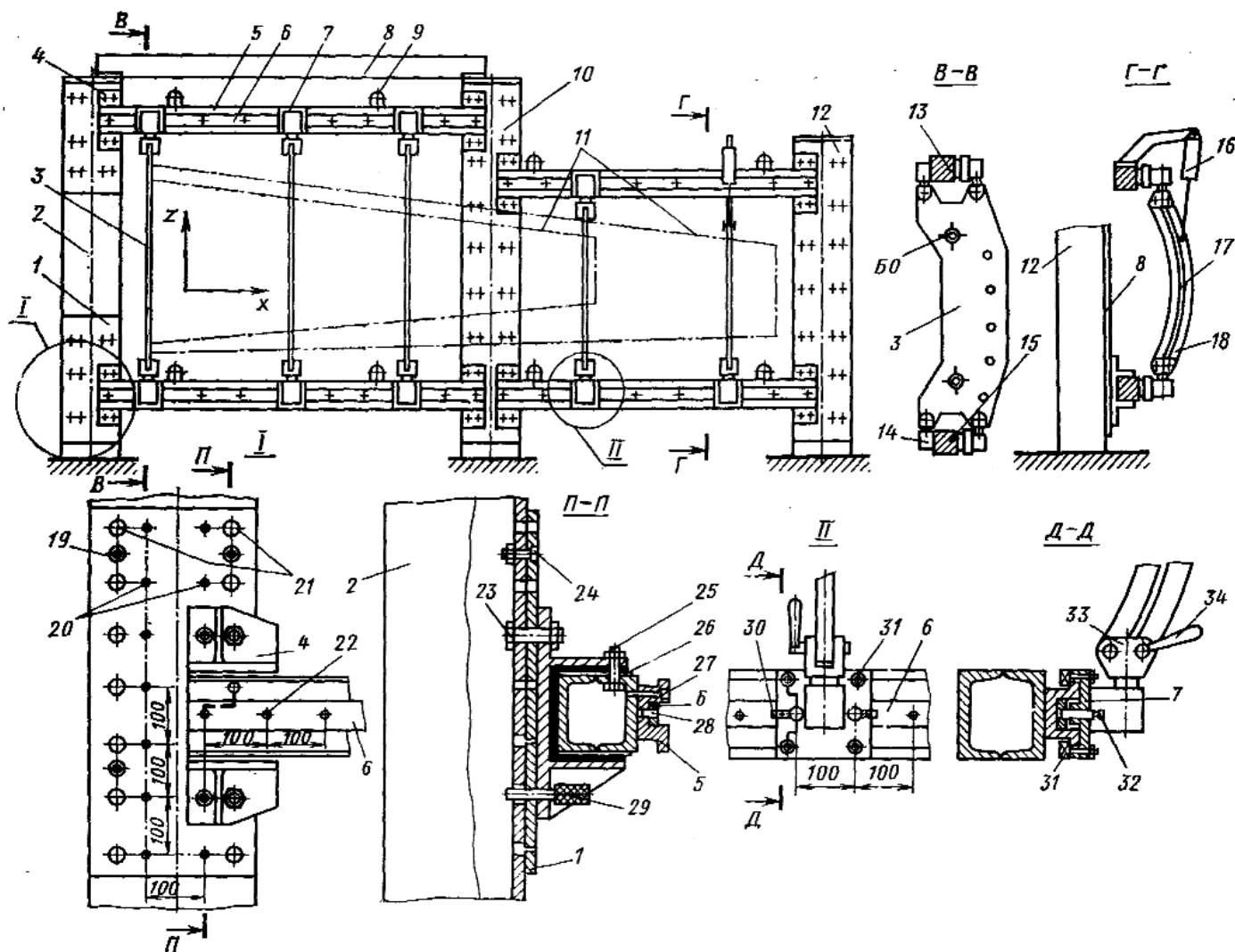


Рис. 2.5. Специализированное сборочное приспособление для сборки группы панелей:

1, 10, 12—базовая плита колонны; 2—колонна; 3—плита стыка; 4—кронштейн; 5—базовая плита балки; 6—дистанционный калибр; 7—стакан боковой, подвижный; 8—ресивер; 9—болт грузовой; 11—собираемые панели; 13, 15—верхняя и нижняя балка; 14—стакан-скоба (приварен к балке); 16—механизм для подъема и опускания рубильника; 17—ложемент; 18—рубильник; 19—крепление плиты к колонне; 20—ряды базовых отверстий плиты колонны; 21—ряды отверстий для крепления к базовой плите кронштейнов; 22—базовые отверстия дистанционного калибра; 23, 24, 25, 31—крепежные болты; 26—цементная масса; 27—крепежный винт; 28, 29, 32—фиксаторы; 30—ограничитель; 33—вилка; 34—рукоятка зажима рубильника

приспособления и угольников 12 не являются нормализованными элементами приспособления, а проектируются для групп собираемых узлов.

По стыковому узлу 7 устанавливают и базируют фиксатором 8 в сборочном положении стыковые узлы собираемого изделия 9. На угольники 12 устанавливают нормализованные фиксаторы 10 и закрепляют угольники с фиксаторами на линейках 6 в соответствии с размером  $H$ .

В процессе сборки устанавливают вначале нижние профили пояса 21, затем стенку 22, а на нее верхние профили пояса лонжерона, после этого включают в работу краном 23 гидравлические фиксаторы

На рис. 2.7 показано переналаживаемое приспособление для сборки плоских узлов типа нервюр, шпангоутов, лонжеронов. Приспособление представляет собой стол 2 с продольными и поперечными пазами, в которых закрепляют фиксирующие и базирующие элементы приспособления (3, 4, 5, 16). В рассматриваемом примере показано такое приспособление для сборки нервюры и сверления в сборной нервюре сборочных отверстий СО. Просверленные в приспособлении СО используют в качестве базы при установке нервюры в кесон крыла. Процесс сборки в рассматриваемом приспособлении производят в следующем порядке. Устанавливают

ливают стенку 12, базировав ее штыревыми фиксаторами 15, затем устанавливают профили 19, базируют и закрепляют их в сборочном положении рычажными фиксаторами 3 и 5.

В том случае, когда требованиям по точности и конструктивно-эксплуатационному показателю удовлетворяют два или три приспособления различных систем (СРП и ССП или СРП, УСРП и ССП),

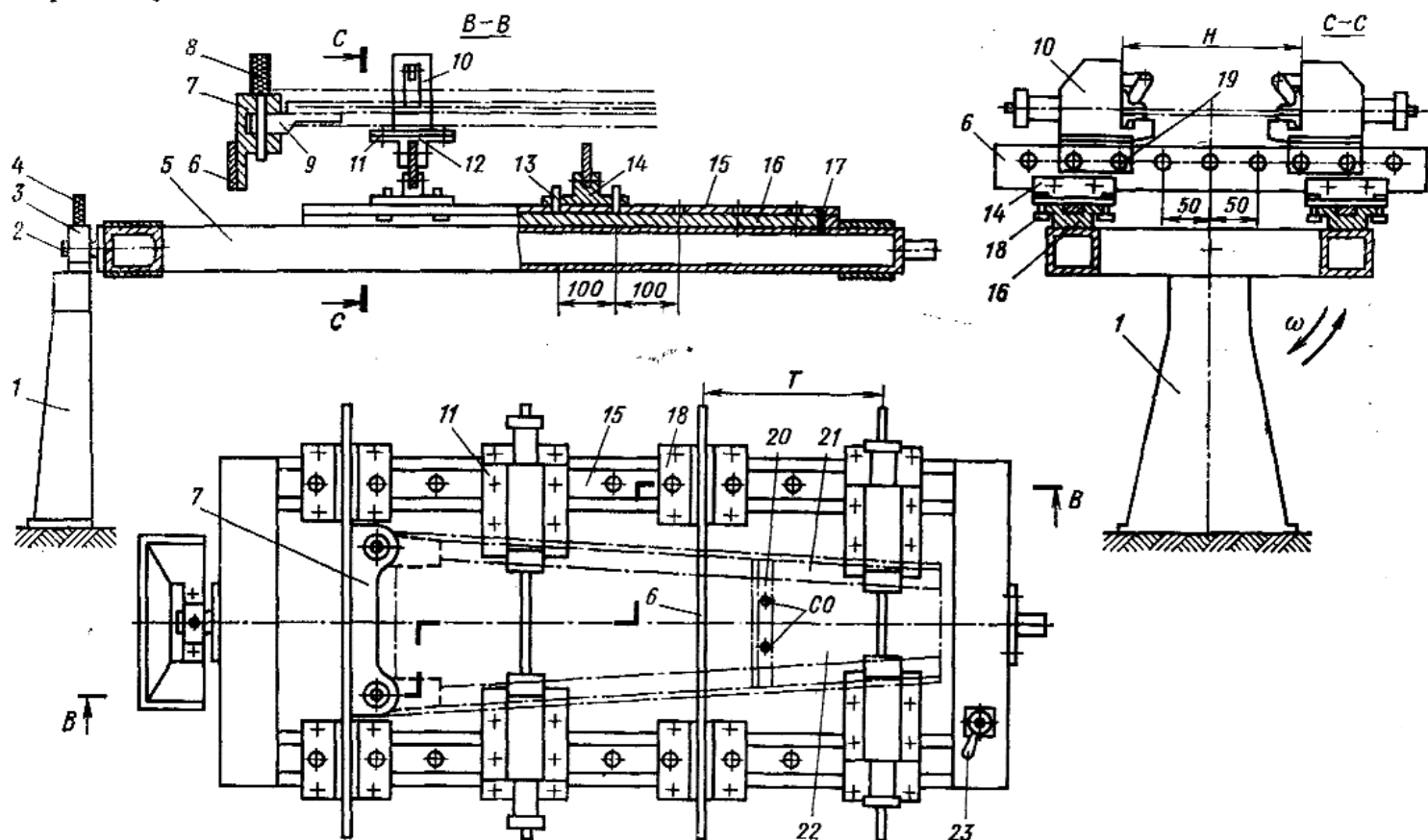


Рис. 2.6. Специализированное сборочное приспособление для сборки группы лонжеронов (нервюры):

1—стойка опорная; 2—ось; 3—подшипник; 4, 8, 13—фиксатор; 5—рама; 6—линейка; 7—базовый стыковой узел приспособления; 9—стыковой узел собираемого изделия; 10—гидравлический фиксатор; 11, 17, 18, 19—крепёжные болты; 12—накладка; 14—кромштейн; 15—дистанционный калибр; 16—плита базовая; 20, 21, 22—стойка, пояс, стенка собираемого изделия; 23—кран включения и выключения гидравлических фиксаторов; ω—направления вращения рамы

По НО в профилях 19 сверлят отверстия в стенке нервюры под заклепки или технологические болты. По кондукторам 4 сверлят в стенке отверстия СО.

По СО в стойке 13 и стенке 12 устанавливают в сборочное положение стойку 13, закрепляя ее штыревыми фиксаторами 14.

Закрепив собранные детали технологическими болтами, отводят кондукторы 10 в исходное положение, освобождают рычажные фиксаторы, снимают нервюру и передают на пресс (автомат) для выполнения всех соединений между деталями.

При переходе со сборки одного типоразмера нервюры на другой производят перестановку базирующих элементов на столе по шаблону ШМФ (ШП).

Рациональную область применения указанных конструктивных схем приспособлений определяют следующие основные показатели [4]:

достижимая точность обводов по аэродинамическому контуру собираемого изделия;

конструктивно-эксплуатационный показатель, т. е. возможность проведения сборки в данном приспособлении изделия с заложёнными в его конструкции сборочными базами;

техничко-экономические показатели процессов изготовления сборочной оснастки при данной конструкции сборочного приспособления.

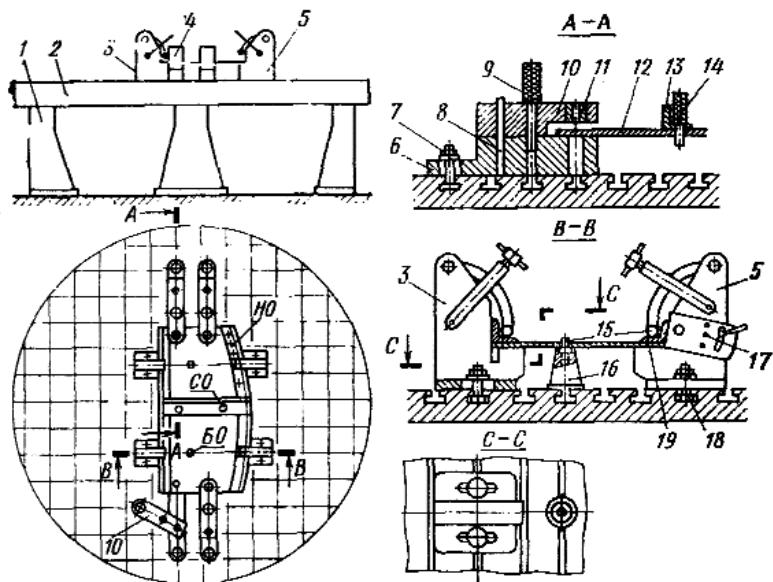


Рис. 2.7. Переналаживаемое приспособление для сборки плоских узлов:

1—опорная стойка; 2—стол; 3—фиксатор с постоянной малкой; 4—кондуктор; 5—фиксатор с переменной малкой; 6—основание кондуктора; 7, 18—болт; 8—ось; 9, 14, 15, 17—штыревой фиксатор; 10—кондукторная плита; 11—втулка; 12—стенка нервюры; 13—стойка нервюры; 16—опора; 19—профиль нервюры

вопрос о выборе из них оптимального определяется на основании технико-экономических расчетов с использованием ЭВМ.

В зависимости от задания по проекту рациональную конструкцию сборочного приспособления можно выбрать и на основании данных, приведенных в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Технико-экономические показатели в сфере основного производства при различных методах базирования

Метод базирования	Показатель, %		
	$C_T$	$F$	$\Pi$
По наружной поверхности обшивки	100	100	100
По поверхности каркаса	115	95	120
По внутренней поверхности обшивки	65	70	90
По сборочным отверстиям и УБО	70	65	80
По координатно-фиксирующим отверстиям	60	80	85

Примечание.  $C_T$  — технологическая себестоимость сборки;  $F$  — площадь, занимаемая технологической оснасткой;  $\Pi$  — цикл сборки.

В табл. 2.1 приведены укрупненные данные статистического характера. Эти данные следует рассматривать как качественную оценку различных методов базирования. Так, например, в задании по проекту поставлено условие: разработать технологический процесс сборки изделия и спроектировать сборочное приспособление при обеспечении минимальной технологической себестоимости в сфере основного производства. По табл. 2.1 минимальная себестоимость будет при базировании по КФО ( $C_T$  составляет 60% от  $C_T$  при базе — наружная поверхность обшивки).

Базирование по КФО возможно реализовать в приспособлении типа УСРП или ССП.

Чтобы установить, какой из этих типов приспособлений принять, используют дополнительные данные, т. е. затраты в сфере подготовки производства (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Технико-экономические показатели в сфере подготовки производства при различных типах сборочных приспособлений

Тип сборочного приспособления	Сравнительные показатели, %		
	Трудоёмкость		Металлоёмкость
	проектирование	изготовление, монтаж	
Сборно-разборное (СРП)	100	100	100
Упрощенное (УСРП)	90	70	75
Специализированное (ССП)	70	40	30

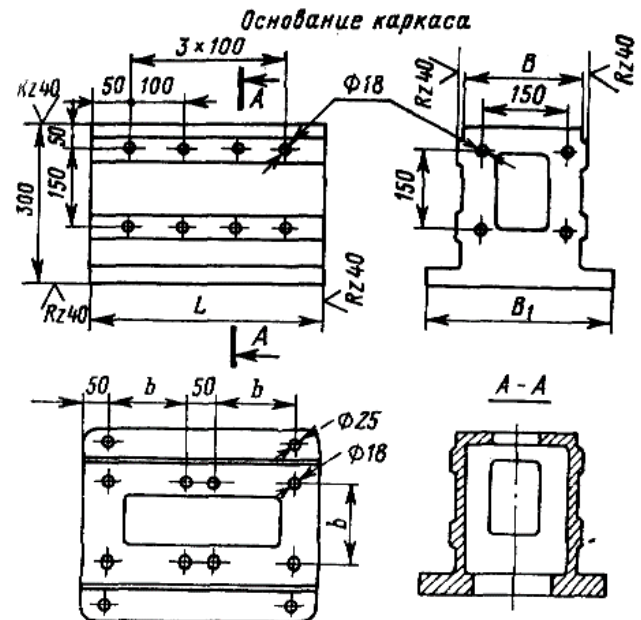
## 5. ЭЛЕМЕНТЫ И ДЕТАЛИ СБОРОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

В целях сокращения времени и стоимости проектирования и изготовления сборочных приспособлений большая часть их элементов стандартизована. Стандартизация проводится в пределах отрасли — отраслевой стандарт (ОСТ) или в виде стандарта предприятия (СП).

На стандартизованные элементы и детали сборочных приспособлений в централизованном порядке разрабатывают ОСТ в виде таблиц с эскизами. Заводы изготавливают такие элементы и имеют их на складах в требуемом количестве для нужд производства.

Конструктор проектирует (компонует) сборочное приспособление из стандартных элементов и проектирует несколько специальных деталей и элементов, связанных непосредственно с конструкцией собираемого изделия (рубильники, ложементы, плиты стыка). Ниже приведены стандартизованные наиболее часто употребляемые в студенческих проектах элементы сборочных приспособлений. В табл. 2.3—2.4

Таблица 2.3



Чугун СЧ 15-32

(Чугун СЧ 15-32)

$L$	$B$	$B_1$	$b$	Для площадок колонн	Шифр 53430 N	Масса, кг
400	210	310	120	160×160	001	51
450	240	350	150	200×200	002	60
650	240	350	150	200×200	003	83

приведены эскизы элементов приспособлений и даны размеры, необходимые для их изображения на чертежах сборочных приспособлений.

Основание и плиты служат опорами для блоков колонн, эти элементы приспособлений отлиты из чугуна и обработаны по привалочным плоско-

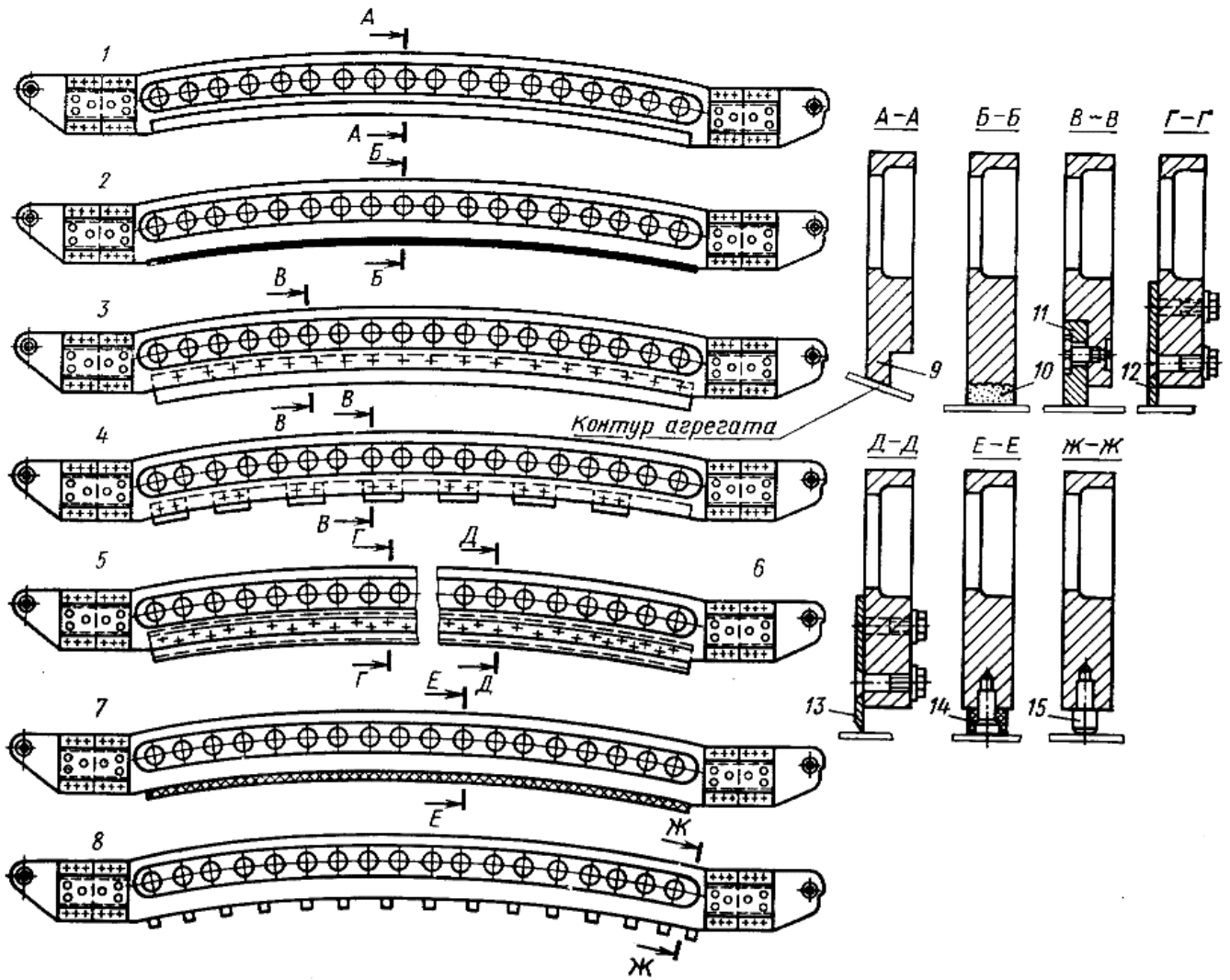


Рис. 2.8. Конструкции рубильников и форма их рабочих поверхностей:

1 — рубильник с опиленной малкой 9; 2 — с фиксирующим ободом 10, полученным методом слепка; 3 — со стальной накладкой 11; 4 — со стальной прерывистой накладкой 12; 5 и 6 — с ножевым контуром 13; 7 — с резиновой лентой 14; 8 — с резиновыми упорами 15; 10 — цементная масса

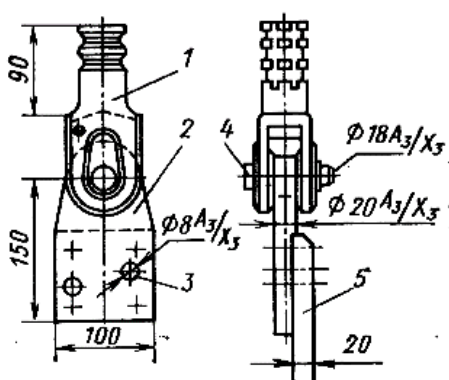


Рис. 2.9. Верхнее крепление рубильника на балке

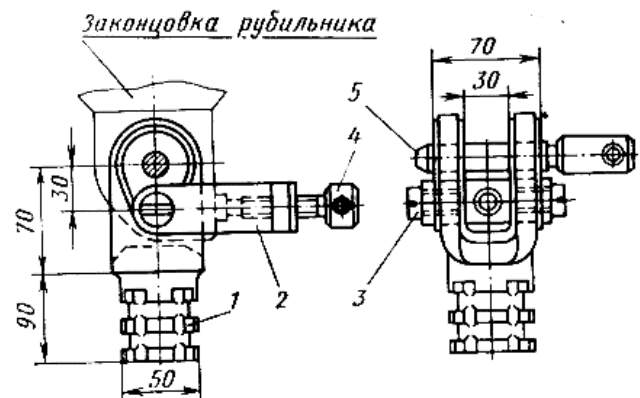
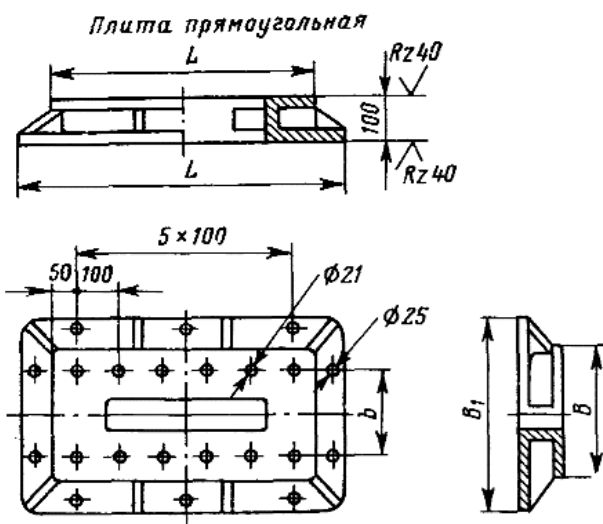


Рис. 2.10. Нижнее крепление и фиксация рубильника в рабочем положении

Таблица 2.4



Чугун СЧ 15-32

(Чугун СЧ 15-32)

L	L <sub>1</sub>	B	B <sub>1</sub>	b	Для пло- щадок колонн	Шифр	Мас- са, кг
						53430	
							N
600	750	300	450	200	300×300	072	115
900	1050	300	450	200	300×300	073	155
800	950	500	650	400	500×500	082	165
1100	1250	500	650	400	500×500	083	210
1300	1450	500	650	400	500×500	084	240

стям. Размеры рабочих поверхностей  $L$ ,  $B$ , расстояния между центрами отверстий  $b$  и диаметры отверстий под крепежные болты ( $\Phi 18$ ) согласованы с соответствующими размерами блоков колонн.

Блоки колонн (табл. 2.5) являются основными несущими элементами сборочных приспособлений.

Размеры торцов у чугунных и железобетонных блоков согласованы между собой, что позволяет собрать из них колонны различной высоты.

Балки являются продольными элементами сборочных приспособлений, на них монтируют большую часть установочных и фиксирующих элементов.

Балки стандартизованы по размерам (табл. 2.6 и 2.7), кроме того в стандартах на балки приведены данные для расчета балок на прочность и жесткость. Для соединения между собой болтами оснований, блоков колонн, балок, стоек используют стандартизованные кронштейны (табл. 2.8).

Типоразмеры кронштейнов и характер расположения в них отверстий под крепежные болты согласованы с соответствующими размерами блоков колонн. Для сборки узлов больших габаритов применяют легкие приспособления, состоящие из рам, установленных неподвижно или с поворотом на специальных стойках (табл. 2.9). Поворотные рамы на стойках устанавливают на специальных подшипниках (табл. 2.10). В таких подшипниках раму возможно поворачивать вокруг своей оси на  $360^\circ$  и закреплять штырем или тангенциальным зажимом (см. табл. 2.10).

Используя стандартизованные и специальные элементы и детали проектируют из них сборочное приспособление. На чертеже сборочного приспособления вычерчивают в масштабе основные элементы приспособления и детали собираемого изделия.

Рубильники являются основными базирующими элементами сборочного приспособления.

Рубильники применяют в двух вариантах конструктивного исполнения: рубильники, состоящие из одной детали (цельные), и рубильники, состоящие из нескольких деталей (рубильники с законцовками).

Конструкции рубильников с законцовками приведены на рис. 2.8, их изготавливают из стального

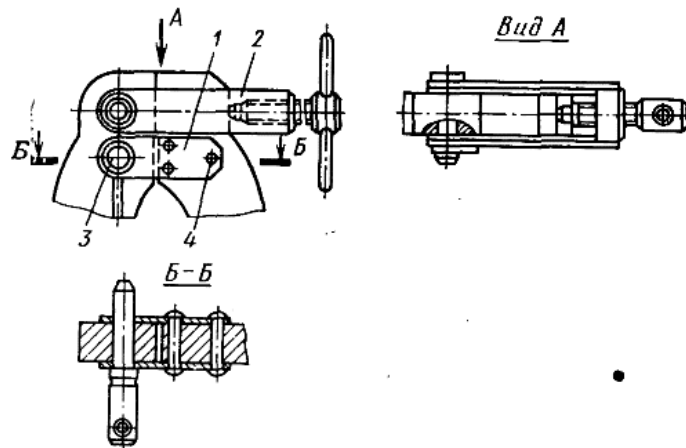


Рис. 2.11. Соединение двух рубильников

проката или литья вторичного дюралюмина. Ложементы служат для установки элементов каркаса собираемого изделия в сборочное положение. Они имеют такие же обводы как и соответствующий ему рубильник. Зазор между обводами рубильника и ложементов равен сумме толщин собираемых деталей плюс 2—3 мм.

Рубильники и ложементы устанавливают на балках с помощью вилок. Верхнее крепление рубильника показано на рис. 2.9, вилка 1 закрепляется в стакане балки, а в паз вилки вставляют законцовку рубильника 2. Законцовку с рубильником 5 соединяют болтами 3. Законцовка вводится в паз вилки и имеет возможность поворачиваться вместе с рубильником вокруг оси 4.

Нижнее крепление рубильника показано на рис. 2.10. При закрытии рубильника его законцовка вводится в паз вилки 1, скоба 2 поворачивается на оси 3, а затем винтом 4 поджимают рубильник (законцовку) и фиксируют его в рабочем положении штырем 5. В тех случаях, когда необходимо замкнуть — соединить два рубильника, применяют специальные прижимы-фиксаторы (рис. 2.11). На одном из рубильников устанавливают на заклепках 4 пластины 1, а на другом — прижим 2.

При соединении рубильников вначале их стягивают прижимом 2, а затем фиксируют штырем 3. Нижнее крепление рубильника в рабочем положении можно произвести и с помощью эксцентрикового зажима.

Более совершенными, чем показанные на рис. 2.10 и 2.11 ручные зажимы, являются гидравлические быстродействующие зажимы.

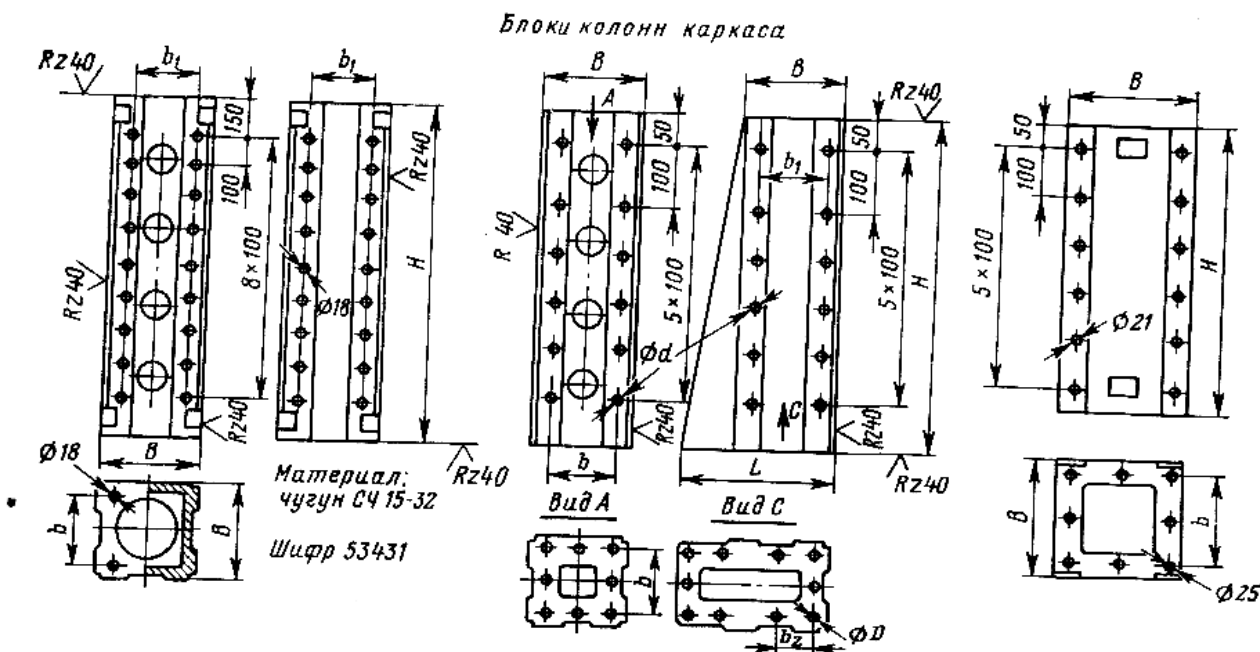
Рубильник выводится из паза и поднимается с помощью гидравлического (или пневматического) устройства или вручную.

Конструкция системы рычагов с гидравлическими и пневмогидравлическими подъемниками показана на схеме рис. 2.1. Типоразмеры гидроподъемников приведены в табл. 2.11.

Для установки в сборочное положение стыковых узлов разъемов и стыков вместо контркалибров в ряде случаев применяют специальные фиксаторы или домкраты, на которых закрепляют стыковые узлы приспособления (см. рис. 2.13).

Установку на каркас приспособления фиксаторов и домкратов с укрепленными на них стыковыми уз-

Таблица 2.5



Блоки колонн каркасов

B	H	b	b <sub>1</sub>	Масса, кг
160	500	120	80	29
160	1000	120	80	55
200	500	150	100	35
200	1000	150	100	66
300	1000	200	200	155
300	2000	200	200	290

Размеры в мм

B	L	b	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	H	Масса, кг
160	320	120	80	120	1500	97
200	400	150	100	150	1500	126
300	600	200	200	100	2000	380

Примечание. При B=160 и 200 мм d=18 мм, D=18 мм при B=300 мм, d=21 мм, D=21 мм.  
Материал: чугун СЧ 15-32.

B	H	b
300	1000	200
300	1500	200
500	1500	400

Железобетонные блоки колонн  
Размеры в мм

Плита стыка предназначена для фиксации элементов фланцевого стыка собираемого изделия. Небольшие неподвижные плиты стыка крепят непосредственно в вилках каркаса. Поворотные и подвижные плиты стыка укрепляют на специальных каркасах (рис. 2.12).

Подвижная плита (рис. 2.12) установлена на каркас из труб, который может с помощью специального механизма перемещаться вместе с плитой вдоль сборочного приспособления. Поворотная плита (см. рис. 2.12, б) установлена на каркасе из труб, каркас смонтирован на подшипниках, что позволяет легко поворачивать плиту при снятии собранного изделия с приспособления. В рабочем положении плиты стыка закрепляют различного вида штырями и фиксаторами (см. рис. 2.12, сеч. Д—Д и табл. 2.12 и 2.13).

лами производят по калибру стыка или монтажно-му эталону собираемого изделия.

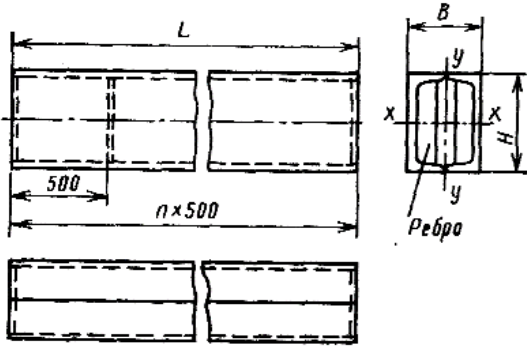
Фиксаторы и домкраты стандартизованы (см. табл. 2.14 и 2.15), их закрепляют на элементах приспособления болтами или заливают цементной массой.

Винтовые фиксаторы и домкраты позволяют отводить стыковые узлы сборочного приспособления из зоны сборки. Это дает возможность свободно устанавливать детали и снимать собранное изделие с приспособления.

Вилки служат для установки и закрепления рубильников, плит стыка, стыковых узлов и других элементов приспособления на балки. В практике самолето- и вертолетостроения используются самые разнообразные конструкции стандартизованных вилок. Некоторые из них приведены в табл. 2.16.

Таблица 2.6

Балки швеллерные



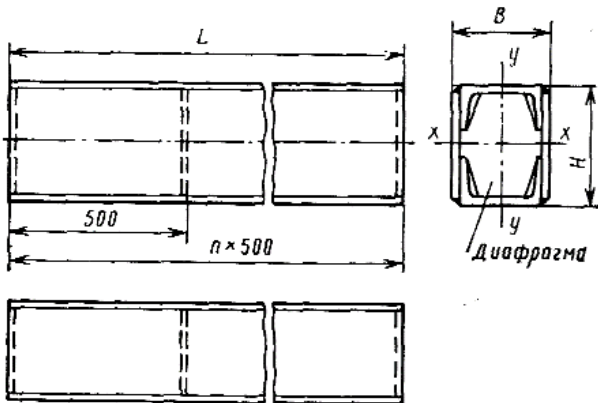
Материал: сталь 3;  
шифр 53432-18

Размеры		F, см <sup>2</sup>	Расчетные величины				Погонная масса, кг
H	B		W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	
120	104	26,6	101	604	80	418	22
160	128	36,2	187	1494	139	892	31
200	152	46,8	304	3040	218	1657	40
240	180	61,2	483	5800	340	3065	53
300	200	81	775	11620	518	5185	70

Длину L брать кратной 500 мм

Таблица 2.7

Балки сборные



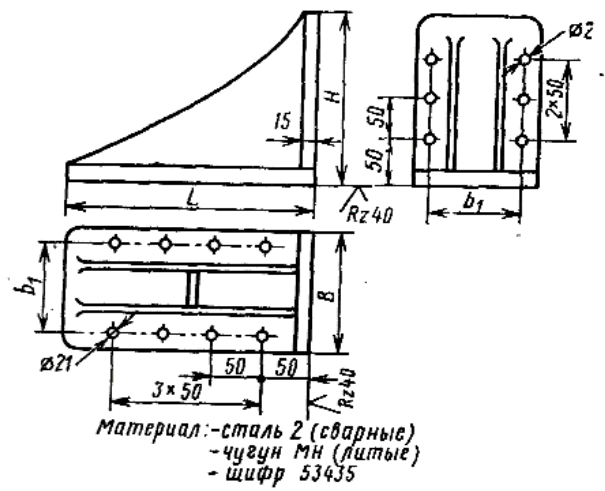
Материал: сталь 3;  
шифр 53432-19.

Размеры		F, см <sup>2</sup>	Расчетные величины				Погонная масса, кг
H	B		W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup>	J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup>	J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup>	
250	260	107,2	593	8662	993	12991	92
300		117,2	917	13756	1119	14554	102
350		127,2	1161	20322	1239	16117	113
300	320	137	1128	16928	1576	25078	122
350		147	1418	24820	1717	27481	135
400		157	1727	34548	1867	29886	150

Длину L брать кратной 500 мм

Таблица 2.8

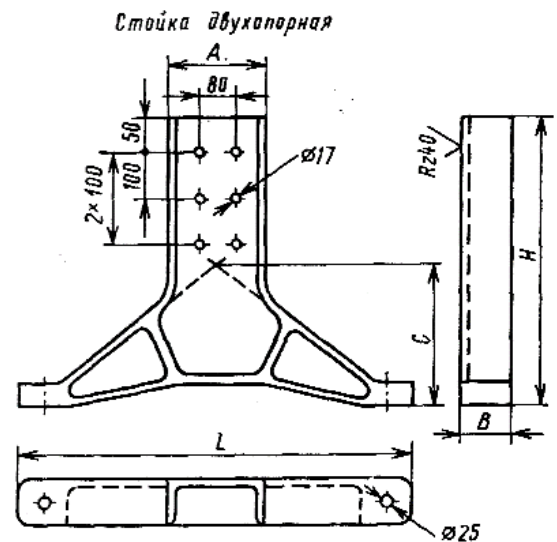
Кронштейны угловые для колонн



Материал: - сталь 2 (сварные)  
- чугун МН (литые)  
- шифр 53435

L	B	H	b <sub>1</sub>	Масса, кг	Для колонн
300	250	300	200	23	300×300
400	250	300	200	30	300×300
500	250	300	200	47	300×300
500	450	300	400	50	500×500
500	450	500	400	75	500×500
750	450	500	400	100	500×500

Таблица 2.9



Материал: чугун СЧ 15-32 (литые)  
обозначение L = 1000 мм

L	B	H	A	C	Масса, кг
1000	70	600	200	400	40
1200	80	700	240	500	55

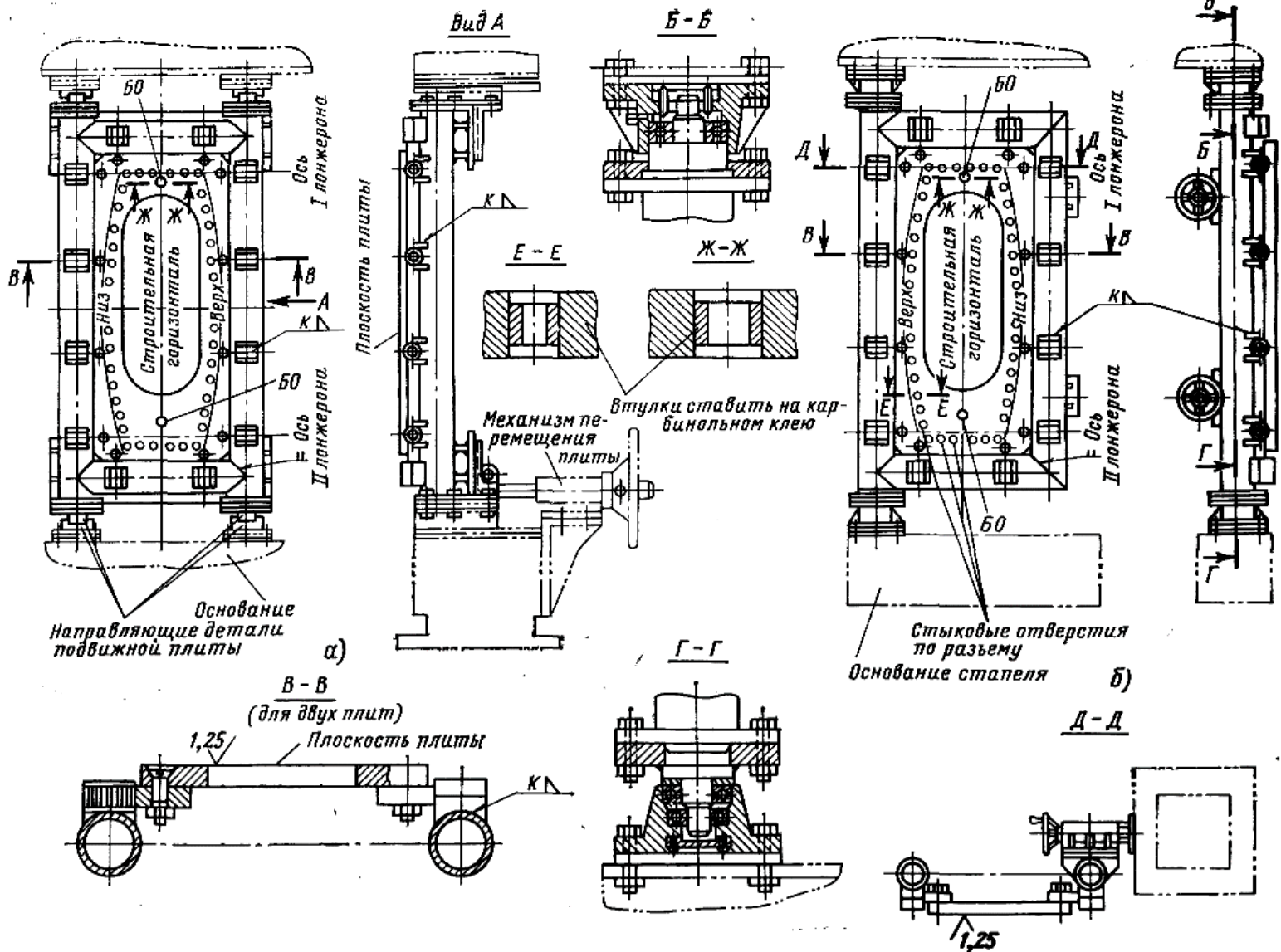
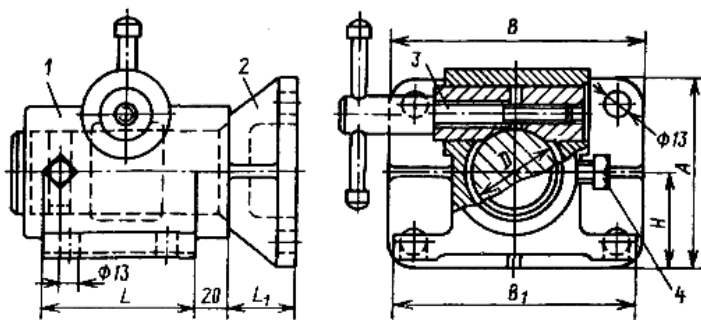


Рис. 2.12. Плиты стыка:

а—подвижная; б—поворотная

Таблица 2.10

Подшипники с цапфой и тангенциальным зажимом



Детали: 1—корпус; 2—цапфа; 3—зажим; 4—винт

Основные размеры, мм							Масса, кг
D	A	B	B <sub>1</sub>	L	L <sub>1</sub>	H	
30	80	130	120	70	30	35	4
50	120	180	150	90	40	50	10

Примечание. Корпус и цапфу выполняют в двух вариантах: сварными или литыми.

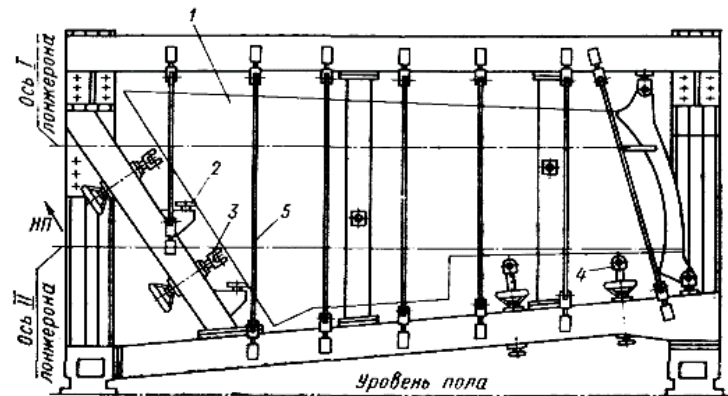
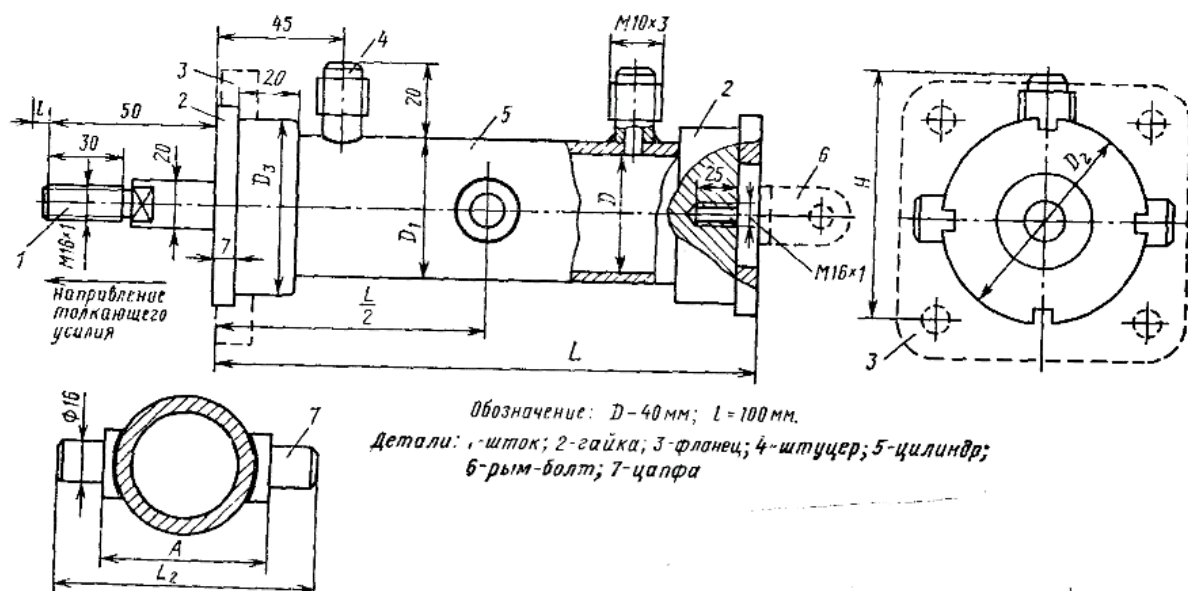


Рис. 2.13. Базирование стыковых узлов вильчатого стыка по ОСБ и стыковым узлам приспособления, закрепленным в регулируемых фиксаторах:

1—собираемое изделие; 2—реперная площадка для установки монтажного эталона; 3—стыковой узел приспособления; 4—фиксатор со стыковым узлом крепления элемента; 5—рубильник



## Гидроподъемники



Обозначение:  $D=40$  мм;  $L=100$  мм.  
 Детали: 1-шток; 2-гайка; 3-фланец; 4-штуцер; 5-цилиндр;  
 6-рым-болт; 7-цапфа

D	Усилие, кгс		l	L	D <sub>3</sub>	L <sub>2</sub>	A	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	H
	толкающее	тянущее								
32	125	95	50	140	50	74	50	40	60	70
			100	190						
40	180	150	100	195	60	82	58	48	70	79
			170	265						
46	250	200	170	280	65	93	63	53	75	84
			250	360						
55	380	270	350	465	78	105	75	65	88	97

Длина рабочего хода  $l$  мм. Давление масла в цилиндре 20 кгс/см<sup>2</sup>.

Стаканы (табл. 2.17) устанавливают на балки, а в стаканы вставляют вилки.

Фиксаторы и прижимы являются элементами приспособления, с помощью которых собираемые детали устанавливают и закрепляют в сборочном положении.

Наиболее распространенные из числа стандартизованных фиксаторов, прижимов и захватов приведены в табл. 2.18; 2.19; 2.20; 2.21. Следует отметить, что винтовые фиксаторы, прижимы и захваты требуют большого времени на закрепление деталей.

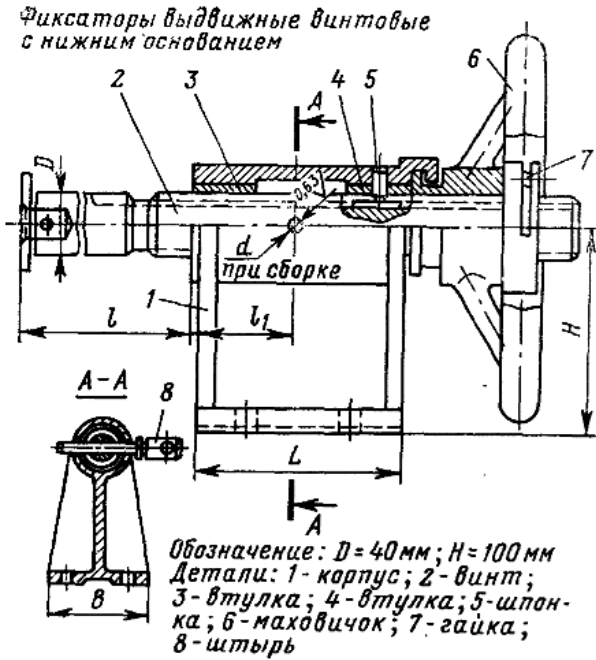
Эксцентриковые и рычажные зажимы и фиксаторы являются быстродействующими механизмами и позволяют в течение короткого промежутка времени выполнить операцию фиксации и закрепления детали в сборочном положении. Наиболее совершенными и быстродействующими являются гидравлические фиксаторы и прижимы. Такие прижимы не требуют физических усилий со стороны работающе-

го, позволяют быстро и надежно фиксировать и закреплять детали. При применении гидравлических фиксаторов и прижимов можно выполнять фиксацию и закрепление деталей в строго заданной последовательности или всех одновременно путем дистанционного управления с центрального пульта.

На рис. 2.14 приведены гидравлические фиксаторы, выполненные в различных конструктивных вариантах.

На рис. 2.15 показан прижим с гидроцилиндром, установленный на ложементе, а на рис. 2.16 показан захват с гидроцилиндром, установленный на макетной нервюре. Приведенные на рис. 2.14—2.16 гидравлические фиксаторы и прижимы в течение всего процесса сборки находятся под давлением поступающей в их цилиндры жидкости. Поэтому в гидравлической системе необходимо непрерывно поддерживать стабильное давление жидкости. Более совершенной конструкцией следует считать гидрав-

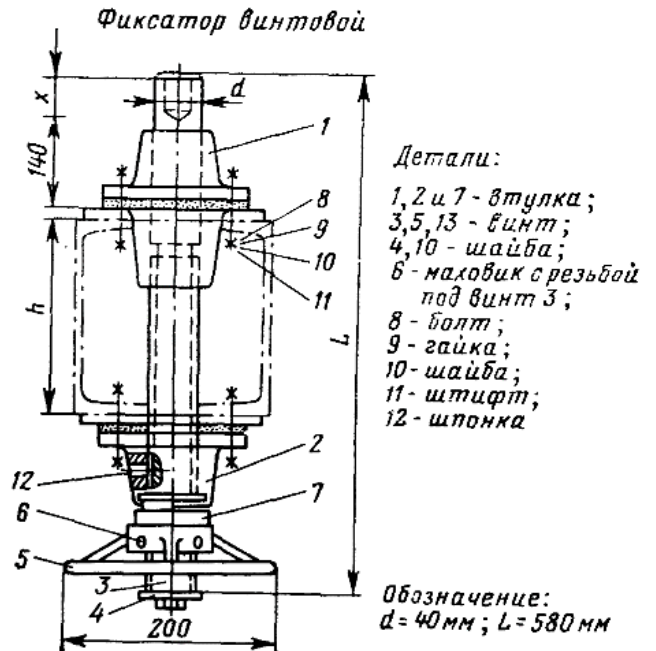
Фиксаторы выдвигные винтовые с нижним основанием



D	H	B	L	l	l <sub>1</sub>	d	Масса, кг
20	80	80	80	120	40	6	3,7
30	100	90	100	150	50	8	7,0
40	100	100	120	200	60	10	10,6
60	120	120	150	300	80	12	23,5
80	160	140	200	400	400	16	45,0

Таблица 2.13

Фиксатор винтовой



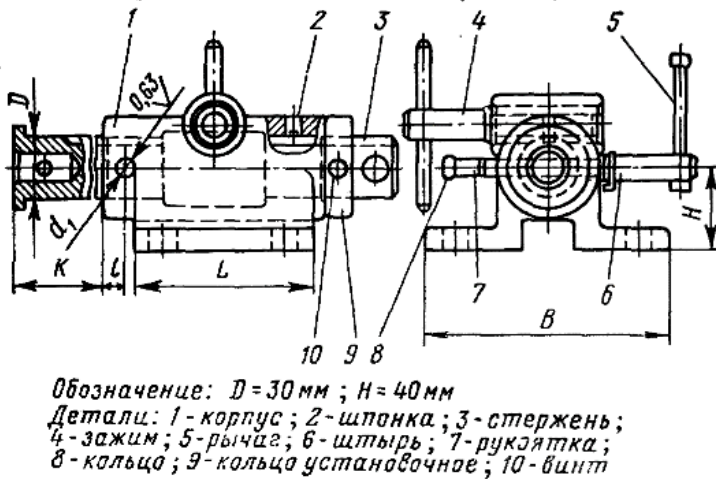
L	d	h	x
580	40C <sub>3</sub>	160	0—110
630	50C <sub>3</sub>	200	0—160
700	60C <sub>3</sub>	240	0—230
780	60C <sub>3</sub>	500	0—300

лические фиксаторы и прижимы, у которых имеются штыревые или бесштыревые замки. При наличии таких замков фиксация деталей производится в следующем порядке: включив гидроцилиндр в работу, фиксируют детали в сборочном положении, затем закрепляют замками фиксирующие элементы в рабочем положении и выключают гидросистему. После окончания процесса сборки включают гидросистему, освобождают замки и отводят фиксирующие элементы в исходное положение. Фиксатор со штыревым замком для установки в сборочное положение лобовых отшивок кия, стабилизатора крыла показан на рис. 2.17. После установки лобовой обшивки в сборочное положение по ограничителю 6 его закрепляют в рабочем положении штырем 5.

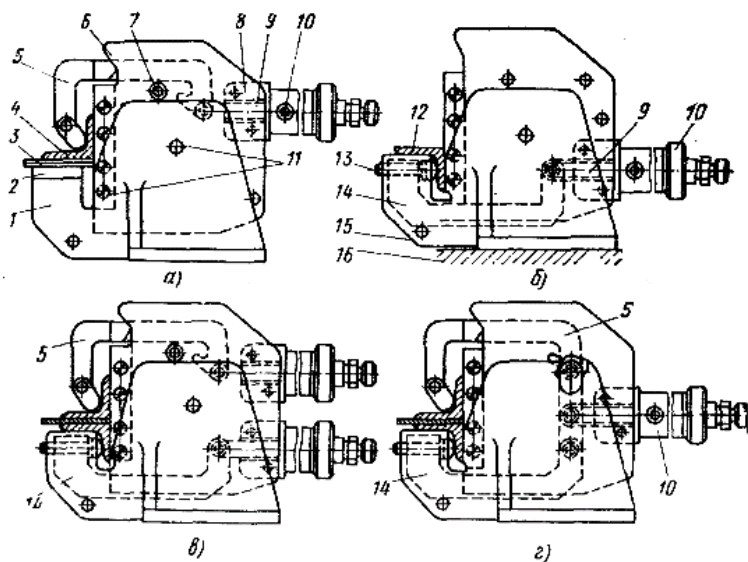
Гидравлические цилиндры, применяемые в сборочных и станочных приспособлениях стандартизованы, некоторые из них приведены в табл. 2.22.

Гидравлическая система. Питание гидравлических фиксаторов и прижимов производится от специальных пневмогидроприводов (см. схему на рис. 2.18). Пневмогидропривод ПГП-2 работает от сети сжатого воздуха 4—6 кгс/см<sup>2</sup>. Производительность 16 л/мин, расход сжатого воздуха 0,07 м<sup>3</sup>/мин. Соединение ПГП-2 со сборочным приспособлением производится при помощи рукавов высокого давления с обратными клапанами (см. схему на рис. 2.18). Количество гидрофиксаторов и гидроприжимов, подключаемых к одному пневмогидроприводу, определяют расчетным путем. Так, например, пневмогидропривод ПГП-2 позволяет

Фиксаторы выдвигные зажимные (низкие)



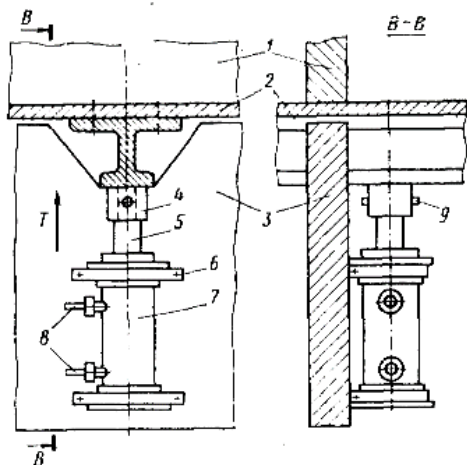
D	H	K <sub>наиб</sub>	B	L	d <sub>1</sub>	Масса, кг
20	40	136	110	70	6	2,2
30	60	159	120	90	8	4,0
40	60	235	130	90	12	7,4
60	100	308	110	110	18	16,3



**Рис. 2.14. Быстродействующие гидравлические фиксаторы:**

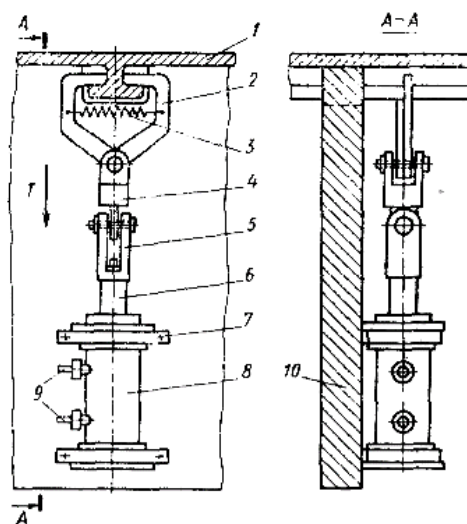
*a*—для фиксации и крепления одного верхнего профиля; *б*—то же нижнего профиля; *в*—для раздельной фиксации верхнего и нижнего профиля; *г*—для одновременной фиксации и закрепления в сборочном положении верхнего и нижнего профилей;

1—основание; 2—опора; 3—стенка; 4 и 12—профили; 5 и 14—прижимы; 6—наладка; 7—ось; 8—щетка крепления цилиндра к наладке; 9—шток; 10—гидроцилиндр; 11—болты крепления наладки к корпусу; 13—регулирующий винт; 15—опора; 16—элемент сборочного приспособления



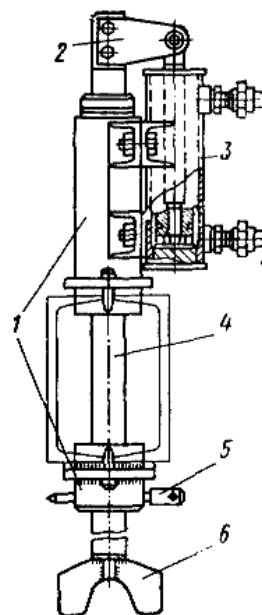
**Рис. 2.15. Прижим с гидроцилиндром, установленный на ложементе:**

1—рубильник; 2—собираемое изделие; 3—ложемент; 4—опора; 5—шток; 6—хомут; 7—гидроцилиндр; 8—подвод масла в гидроцилиндр; 9—штифт



**Рис. 2.16. Захват с гидроцилиндром:**

1—собираемое изделие; 2—губка; 3—пружина; 4 и 5—серьга; 6—шток; 7—хомут; 8—гидроцилиндр; 9—подвод масла в гидроцилиндр; 10—макетная нервюра (шпангоут); *T*—направление прижима



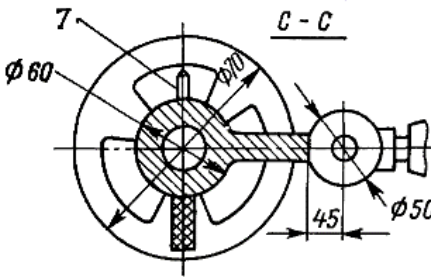
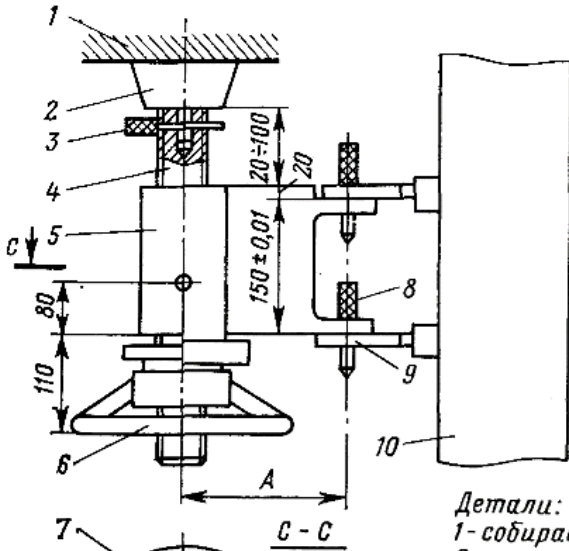
**Рис. 2.17. Фиксатор со штыревым замком:**

1—корпус; 2—кронштейн; 3—гидро- (или пневмо) цилиндр; 4—шток; 5—штырь; 6—ограничитель по обводу детали

Таблица 2.15

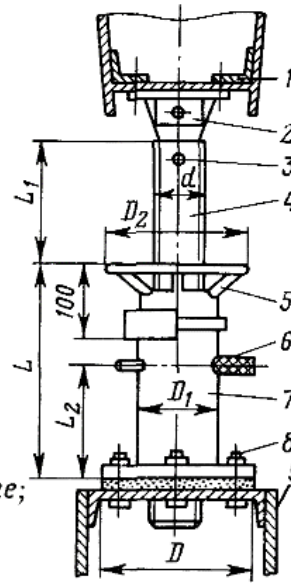
Домкрат винтовой

Домкрат винтовой с фланцевым корпусом



A = 200; 300 или 400 мм  
Обозначение: A = 300 мм

- Детали:  
1- собираемое изделие;  
2- опора;  
3- фиксатор  $\phi 8 \times 3$ ;  
4- винт  $\phi 40$ ;  
5- корпус;  
6- маховик;  
7- фиксатор  $\phi 10 \times$ ;  
8- фиксатор  $\phi 18 \times 3$ ;  
9- вилка;  
10- балка (колонна, стойка)



$d_{\text{трал}}$	20×4	40×6	80×10
D	120	140	180
D <sub>1</sub>	40	60	100
D <sub>2</sub>	140	170	300
L	145	190	300
L <sub>1 мин</sub>	30	30	30
L <sub>1 max</sub>	160	225	325
L <sub>2</sub>	50	70	175

Обозначение:  $d = 20 \times 4$ ;  
 $L = 145$  мм

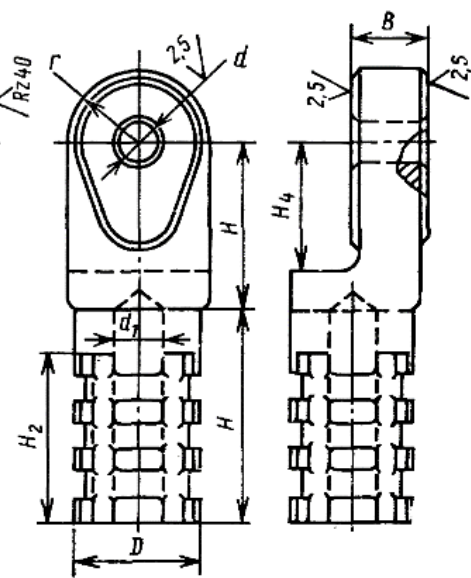
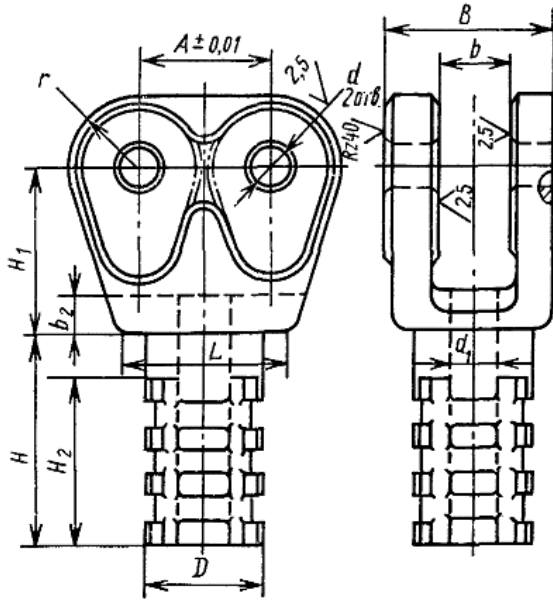
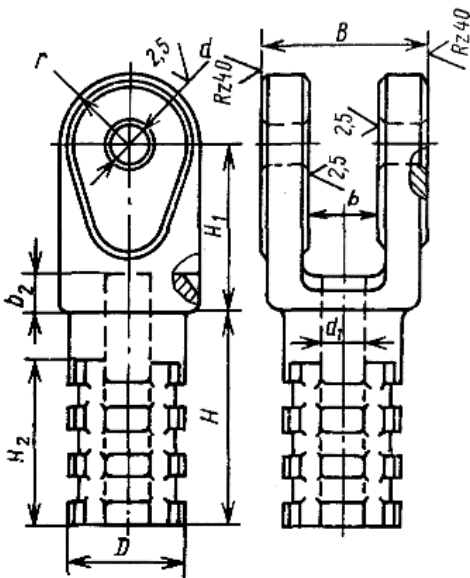
- Детали:  
1- собираемое изделие;  
2- опора;  
3- фиксатор  $\phi 8 \times 3$ ;  
4- винт;  
5- маховик;  
6- фиксатор  $\phi 10 \times$ ;  
7- корпус;  
8- крепежный болт  $\phi 10$  мм  
9- балка сборочного приспособления

Таблица 2.16

Вилка одинарная  
Тип I

Вилка двойная  
Тип II

Ухо одинарное  
Тип III



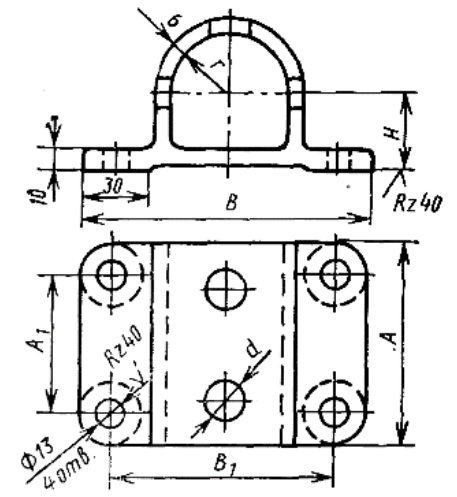
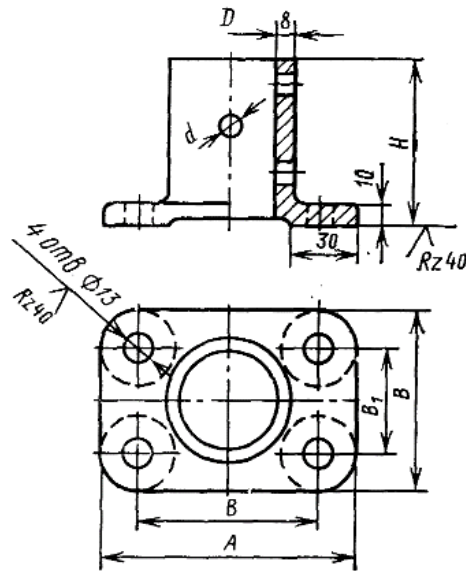
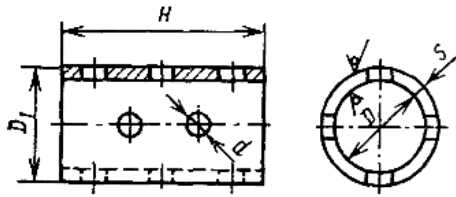
для I, II, III								I, II		II		III		Масса, ≈ кг		
H	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	r	d	D	d <sub>1</sub>	B	b	A	L	H <sub>4</sub>	B	I	II	III
60	50	56	12	20	12	28	16	48	20	50	50	35	20	0,8	1,2	0,6
90	70	70	16	30	18	50	22	90	30	100	100	55	30	2,8	4,5	1,5

Материал: сталь 25Л или чугун КЧ-45. Обозначение:  $b = 30$  мм;  $d = 18$  мм (I, II или III).

Стакан с фланцем

Стакан с боковым основанием

Стакан с отверстиями



H	D	d	Труба, D <sub>1</sub> ×5	Масса, кг
60	40	12	50×5	0,3
90	52	16	63×5,5	0,7
120	64	20	75×5,5	1,0

D	H	B	A	B <sub>1</sub>	d	Масса, кг
40	60	90	120	60	12	1,0
64	90	110	140	80	16	1,8
64	120	110	140	80	20	2,0

r	H	A	A <sub>1</sub>	B	B <sub>1</sub>	d	Масса, кг
20	35	60	30	120	90	12	0,7
32	50	90	60	150	120	20	2,0
38	50	90	60	170	140	20	2,5

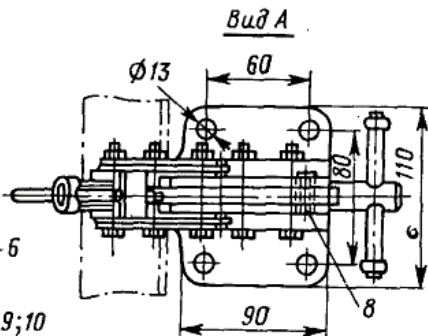
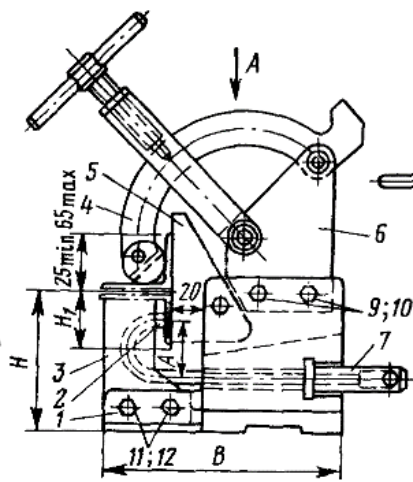
Материал: сталь 2  
Обозначение: H=60 мм, D=40 мм

Материал: сталь 25Л или чугун КЧ 45-6.  
Обозначение: D=40 мм; H=60 мм

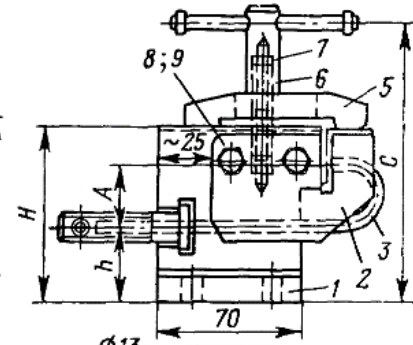
Материал: чугун СЧ 15-32  
Обозначение: r=20 мм

Фиксатор с прижимом рычажно-винтовым

Фиксатор с винтовым прижимом



Детали: 1-корпус; 2,9,11-болт; 3,6-опора; 4-прижим; 5-сектор; 7,10,12-гайка; 8-штифт  
Обозначение: H=100 мм



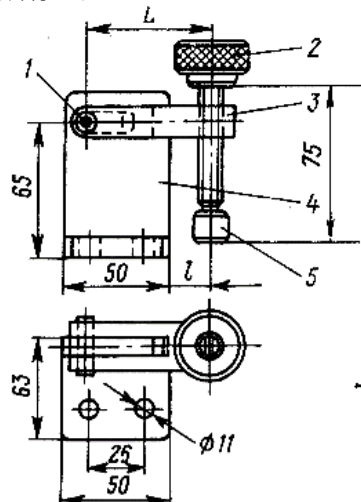
Детали: 1-корпус; 2-пластина; 3,8-болт; 4,6,9-гайка; 5-планка; 7-штилька  
Обозначение: H=80 мм

H	H <sub>1</sub>	A	B	Масса, кг
80	40	30	150	5,3
100	54	40	160	6,5
120	67	50	170	7,3

H	h	A	C	Масса, кг
60	30	20	110	1,6
80	35	30	125	2,0
120	45	50	220	3,2

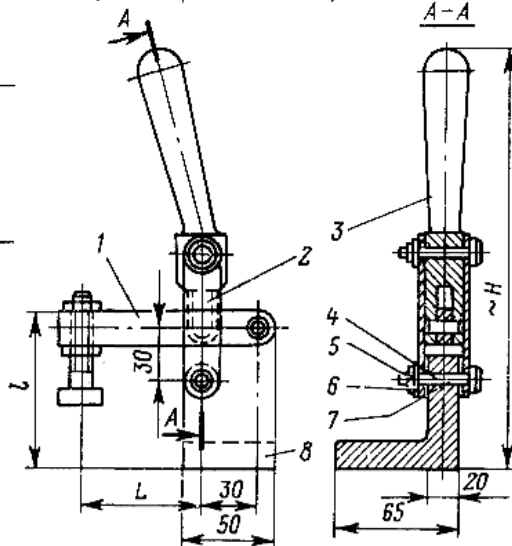
Таблица 2.18

Прижим винтовой откидной



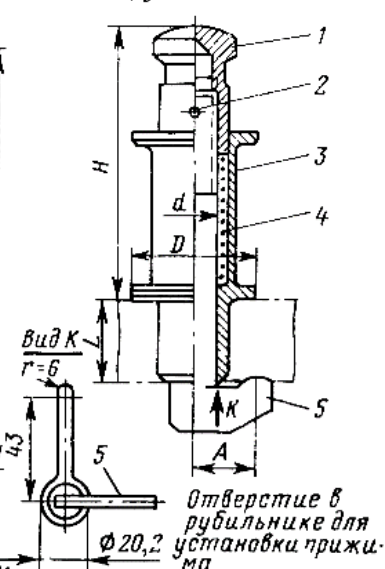
Детали: 1-штифт; 2-гайка;  
3-рычаг; 4-кронштейн;  
5-пятя.  
Обозначение: L = 80 мм

Прижим рычажный прямой



Детали: 1-рычаг; 2-серьга; 3-рукоятка;  
4-ось; 5-кольцо; 6-шайба; 7-штифт;  
8-кронштейн  
Обозначение: L = 60 мм

Прижим пружинный съемный



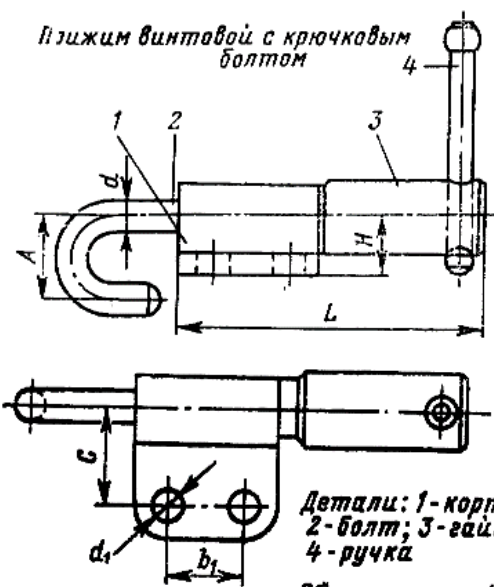
Детали: 1-копачок; 2-штифт;  
3-корпус; 4-пружина;  
5-болт  
Обозначение: d = 10 мм

L	l	Масса, кг
60	20	1,0
80	40	1,0
120	80	1,2

l	L	H	Масса, кг
110	40	260	0,8
130	60	280	0,9
140	100	290	1,0

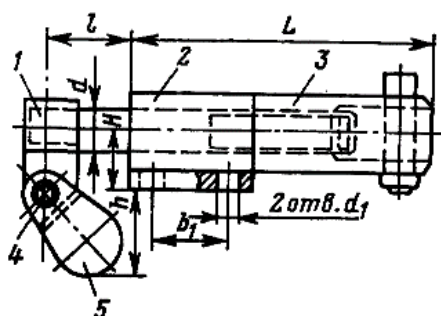
d	A	L	H	D
8	15	10	70	26
10	25	20	80	30
12	50	20	90	35

Прижим винтовой с крючковым болтом



Детали: 1-корпус;  
2-болт; 3-гайка;  
4-ручка  
Обозначение: d = 12 мм

Прижим винтовой с кулачком



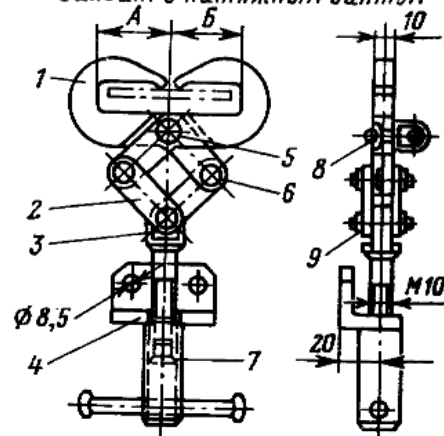
Детали: 1-штилька; 2-корпус;  
3-гайка; 4-штифт; 5-кулачок  
Обозначение: d = 12 мм

d	H	A	l	L	C	d <sub>1</sub>	b	Масса, кг
8	14	20	0-24	75	25	8,2	19	0,2
12	20	40	0-40	105	25	10,2	25	0,6
20	28	60	0-54	145	30	12,2	36	2,0

d	H	h	b <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	l	L	Масса, кг
8	14	20-28	19	8,2	15-40	75	0,25
12	20	25-35	25	10,2	25-60	105	0,7
20	28	35-45	36	12,2	30-85	145	2,0

Таблица 2.20

Захват с натяжным винтом



Детали: 1-губка; 2-серьга;  
3-болт; 4-кронштейн; 5,6-ось;  
7-гайка; 8-кольцо; 9-шайба  
Обозначение: A = 35 мм; B = 35 мм

A	35	20	20	35	35
B	35	20	5	20	5
Масса, кг	~0,5	~0,4	~0,45		

Таблица 2.21

**Захват натяжной**

**Прижим натяжной**

**Прижим натяжной кулачковый**

A	B	V	Масса, кг
40	80	100	0,9
60	100	120	0,1
100	140	160	0,13

Детали: 1- собираемое изделие; 2- захват; 3- уголок; 4- шайба; 5- гайка; 6- макетная нервюра (шпангоут)  
Обозначение: захват А-40мм

Детали: 1- собираемое изделие; 2- серьга; 3- болт  $\phi 5$ мм; 4- вилка-стержень; 5- кронштейн; 6- гайка-барашек; 7- макетная нервюра (шпангоут)  
Обозначение: прижим 7006

A	B
30	75
45	150
90	300

Детали: 1- собираемое изделие; 2- винт; 3- коромысло; 4- кулачок; 5- скоба; 6- гайка-барашек; 7- макетная нервюра (шпангоут)  
Обозначение: прижим 7016

Таблица 2.22

**Гидроцилиндры двустороннего действия**

**Тип I**  
с шарнирным креплением

**Тип II**  
с фланцами

**Тип III**  
на кронштейне

**Тип IV**  
с ушками

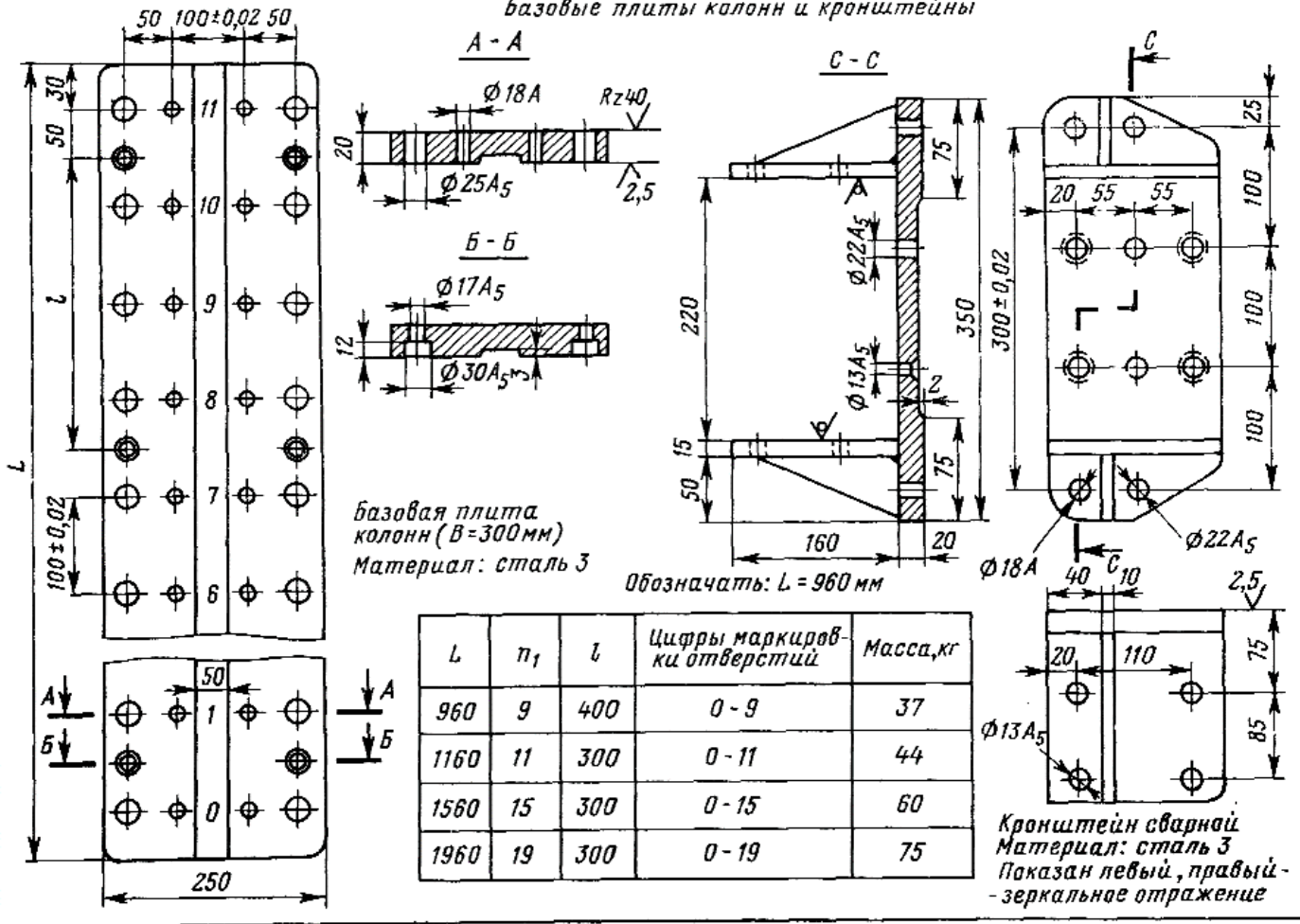
Обозначение: Тип I; 53982/739; привод ПГП-2 (гидравлическое давление 20 кгс/см<sup>2</sup>)

Детали: 1- поршень; 2, 4- кронштейн; 3- обойма; 5- уплотнительное кольцо; 6- винт

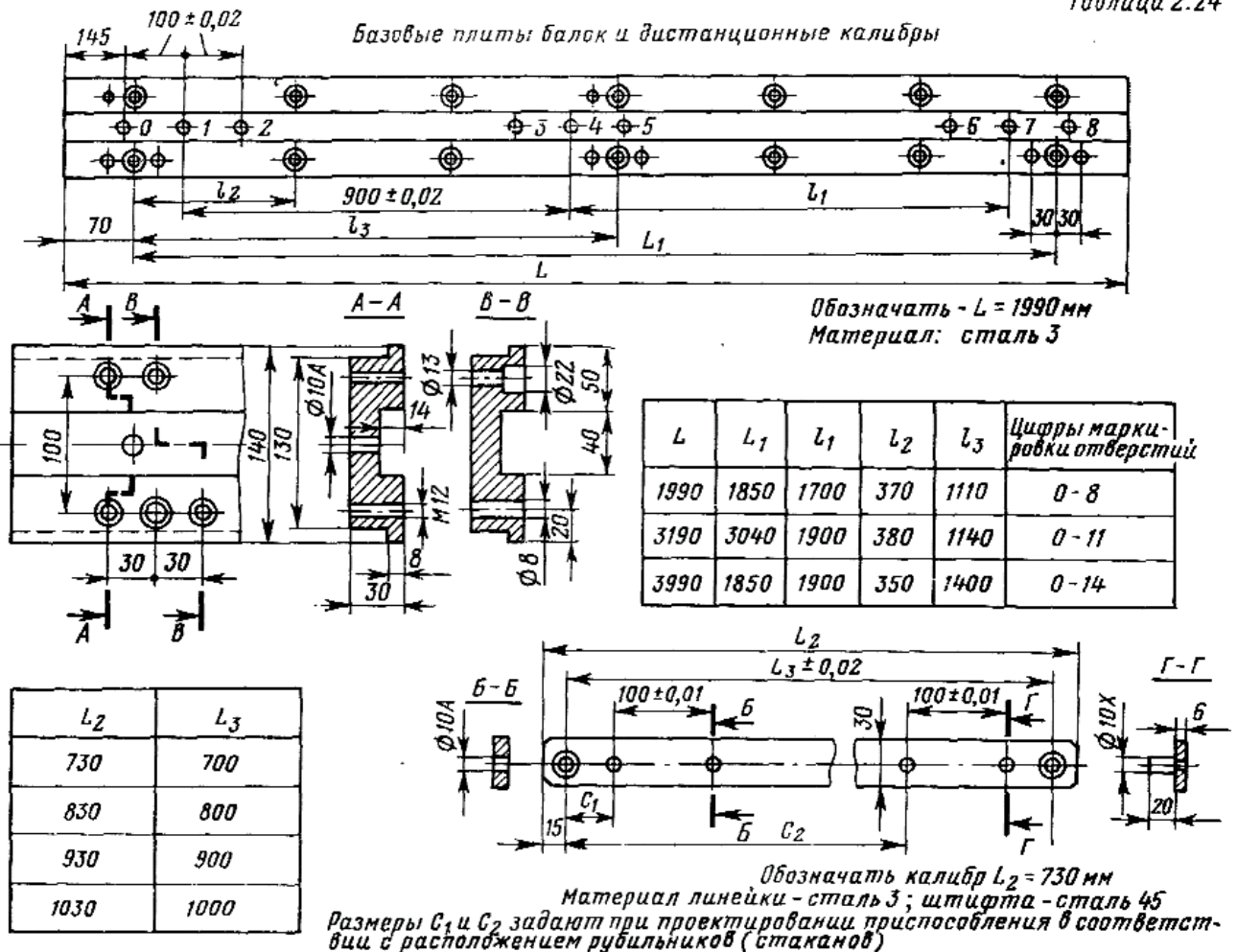
Тип	Шифр 53982	l	L	d	d <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	D	B	H	C	Усилие, кгс		Масса кг
											толкающее	тянущее	
I	728	25	144	20	M12	70	40	—	—	—	250	190	1,7
	739	50	178	30	M20	100	60	—	—	—	570	420	3,8
II	746	25	155	20	M12	—	40	80	—	—	250	190	2,7
	757	50	230	30	M20	—	60	102	—	—	570	420	4,7
III	705	25	133	20	M12	70	40	120	40	106	250	190	2,5
	722	50	160	30	M20	100	60	150	55	136	570	420	4,7
IV	780	25	150	20	M12	70	40	—	—	—	250	190	2,0
	785	50	190	30	M20	100	60	—	—	—	570	420	5,1

Примечание. Объем жидкости толкающего хода при l=25 мм, V=0,05 л; при l=50 мм; V=0,15 л.

Базовые плиты колонн и кронштейны



Базовые плиты балок и дистанционные калибры



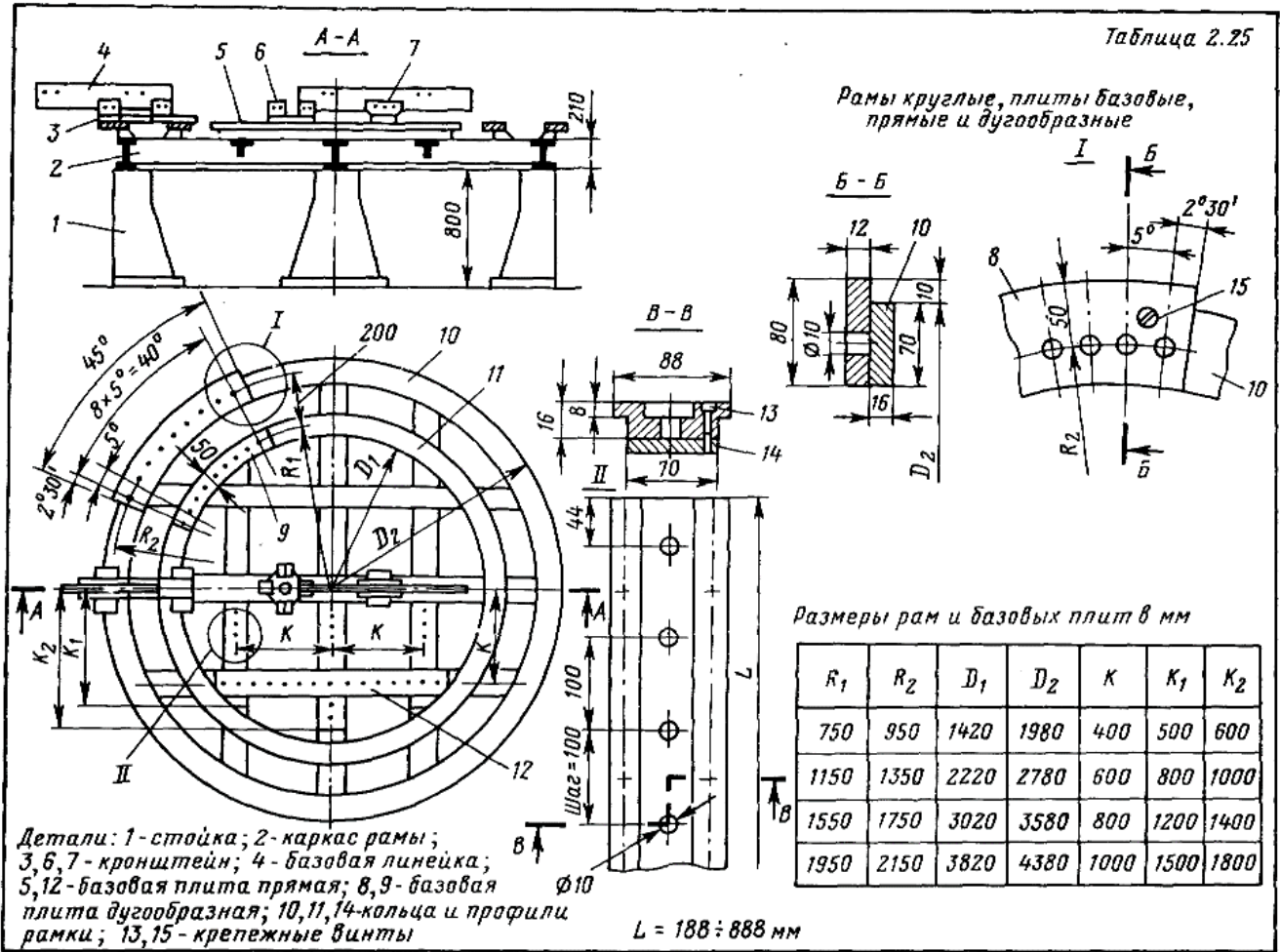


производить разовый расход масла в гидропроводке 2 л при давлении 20 кгс/см<sup>2</sup> (давление воздуха в сети 5 кгс/см<sup>2</sup>). При одновременном включении в работу к нему можно подключить: 40 фиксаторов с гидроцилиндром (приведенным в табл. 2.21) при  $l=25$  мм или 12 фиксаторов с рабочим ходом  $l=50$  мм.

собранных СРП и УСРП и специальные — стандартизованные детали и элементы приспособлений ССП.

Специальными стандартизованными элементами являются:

базовые плиты колони и кронштейны (табл. 2.23);



В систему пневмогидропривода можно подключить гидроцилиндры подъема и опускания рубильников, гидрозажимы рубильников, фиксаторы стыковых узлов и т. д.

При значительном количестве гидроцилиндров для их включения разрабатывают специальную схему подключения в систему дистанционного управления с центрального пульта. В тех случаях, когда каждый фиксатор или прижим включается отдельно, соединение его с системой гидропроводки производят через кран включения и выключения.

Такого вида кран для управления работой гидроцилиндра двустороннего действия показан на рис. 2.19.

В приспособлениях системы ССП используются рассмотренные ранее детали и элементы приспособлений

базовые плиты балок и дистанционные калибры (табл. 2.24);

стаканы (рис. 2.20);

рамы круглые, плиты базовые прямые и дугообразные для сборки плоских узлов типа нервюр, шпангоутов и лонжеронов (табл. 2.25);

кронштейны и установочные линейки приспособлений для сборки плоских узлов (рис. 2.21);

различного вида фиксаторы, ограничители, крепежные болты и другие стандартизованные детали специальных сборочных приспособлений.

В табл. 2.23 — 2.25 и на рис. 2.5; 2.6; 2.7; 2.20 и 2.21 приведена не вся номенклатура нормализованных элементов ССП, а только часть из них, необходимая при выполнении студенческих курсовых и дипломных проектов.

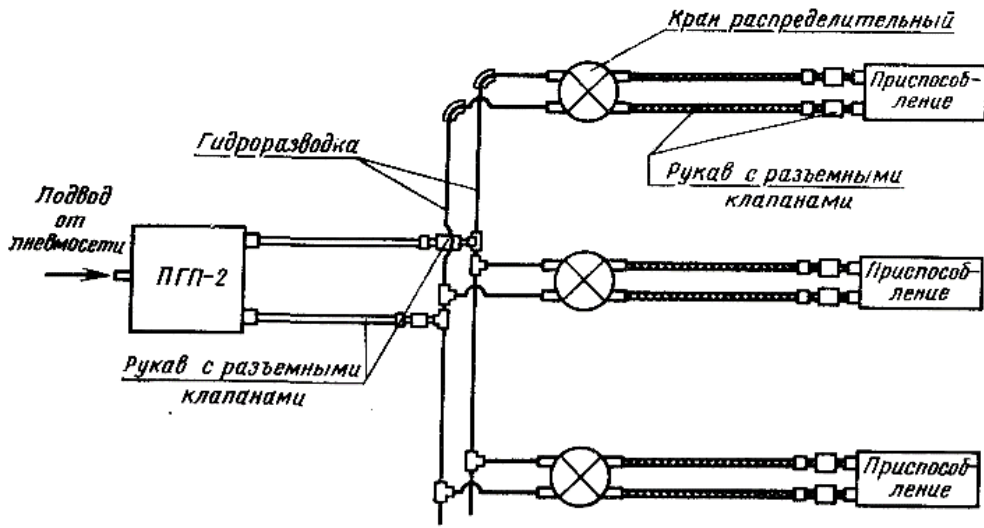


Рис. 2.18. Схема подключения гидропроводки сборочных приспособлений к ПГП-2

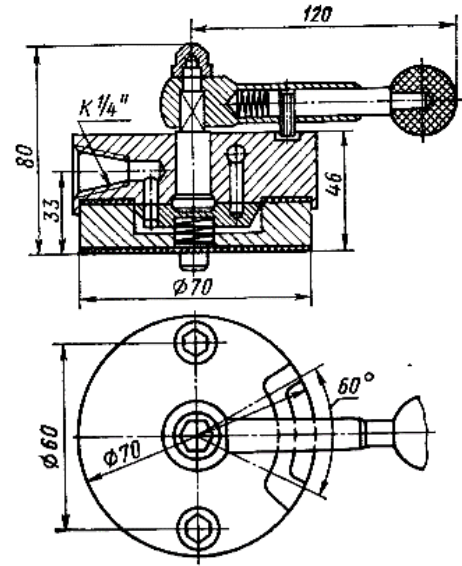


Рис. 2.19. Кран индивидуального управления работой гидроцилиндра (фиксатора, прижима)

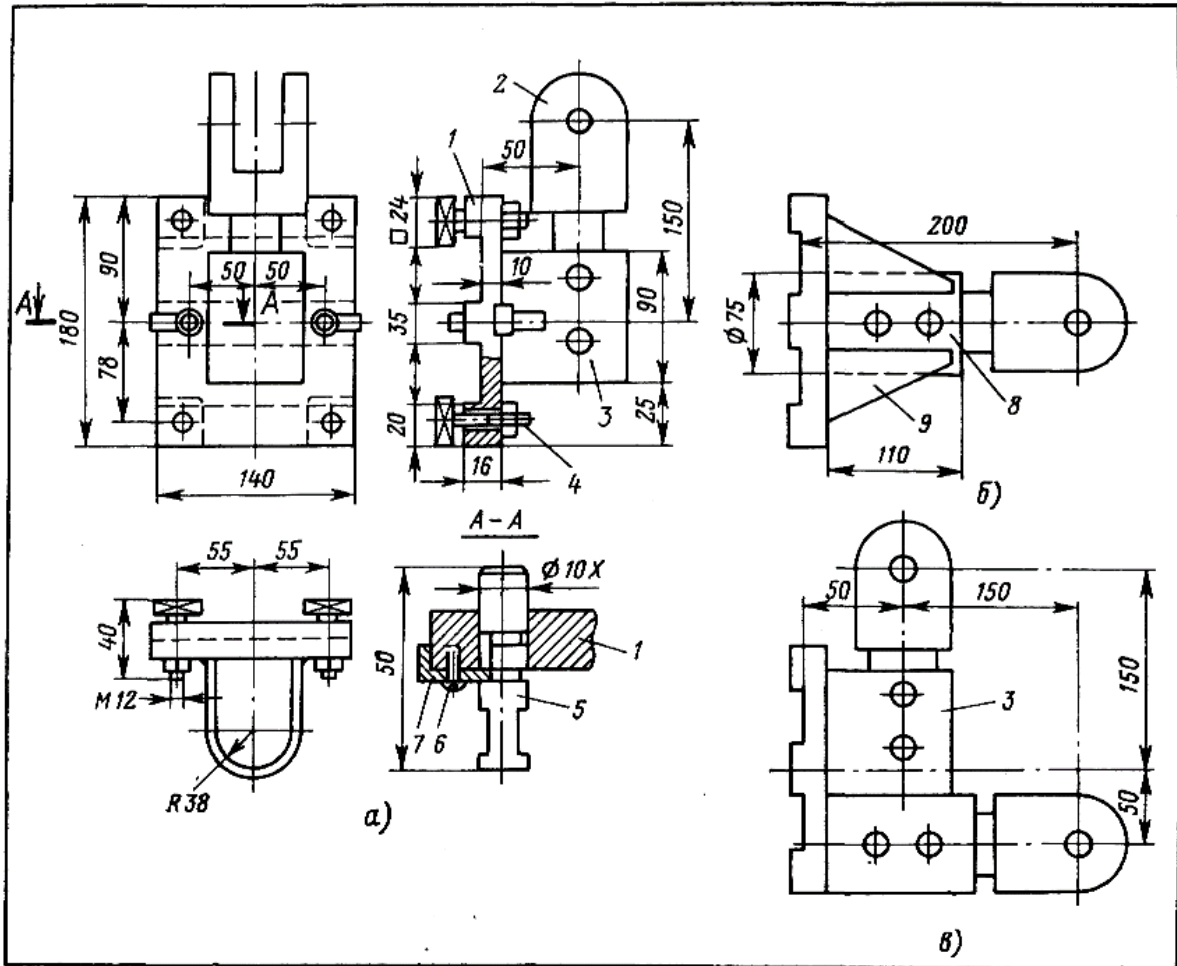


Рис. 2.20. Стаканы для приспособлений ССП:

а—боковой; б—торцовый; в—комбинированный; 1—основание; 2—вилка; 3—стакан-скоба; 4—болт; 5—фиксатор; 6—винт; 7—ограничитель; 8—стакан круглый; 9—ребро

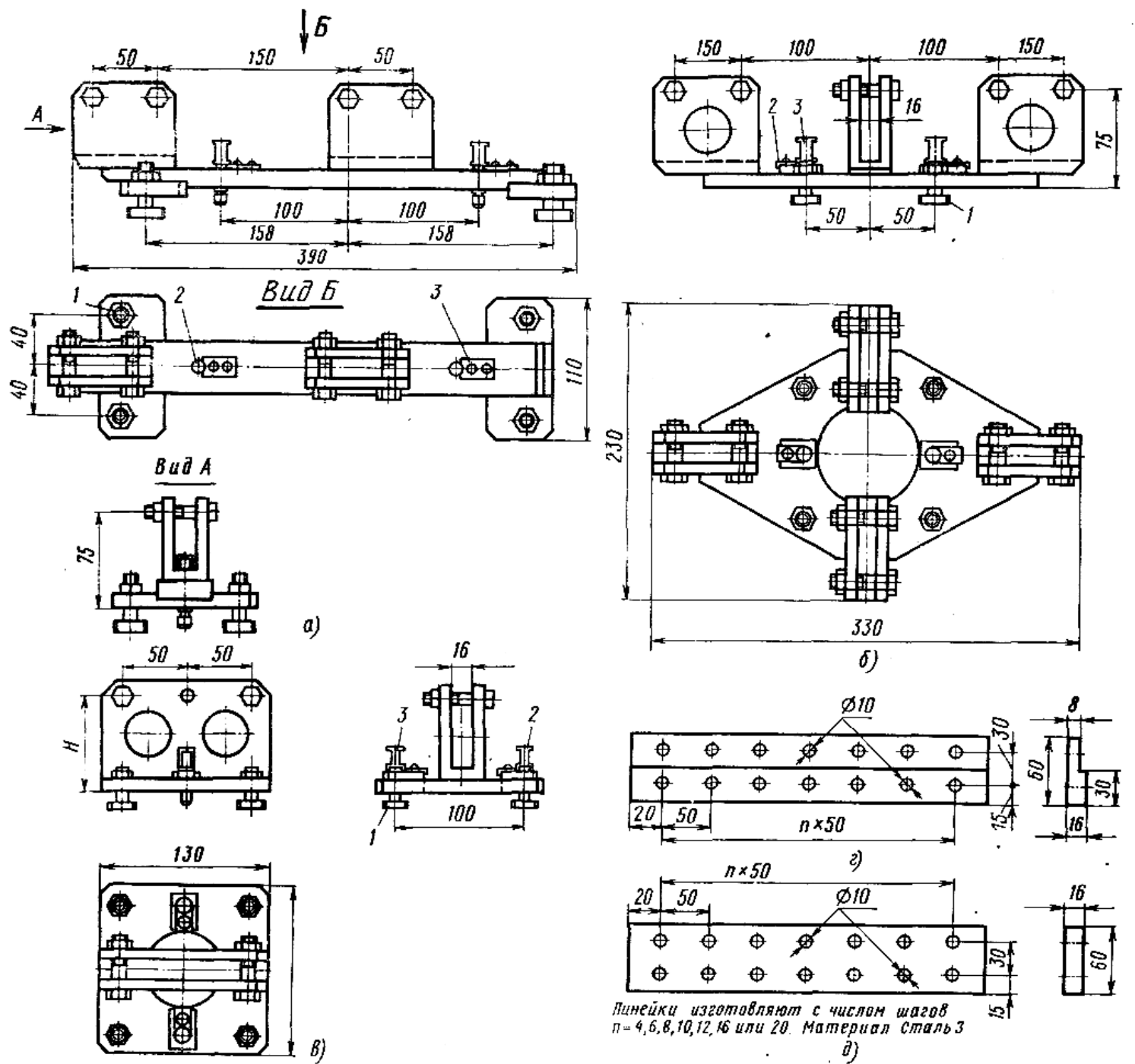


Рис. 2.21. Кронштейны и установочные линейки для ССП:

а—кронштейн радиальный для сборки узлов типа шпангоутов; б—кронштейн крестообразный для сборки узлов типа шпангоутов; в—кронштейн опорный для сборки узлов типа шпангоутов ( $H=75$  мм) и типа нервюр и лонжеронов ( $H=50$  мм); г—линейка базовая с подрезанной кромкой; д—линейка базовая плоская; 1—болт; 2—фиксатор; 3—ограничитель

## ГЛАВА 3

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ, УВЯЗКА И МОНТАЖ СБОРОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

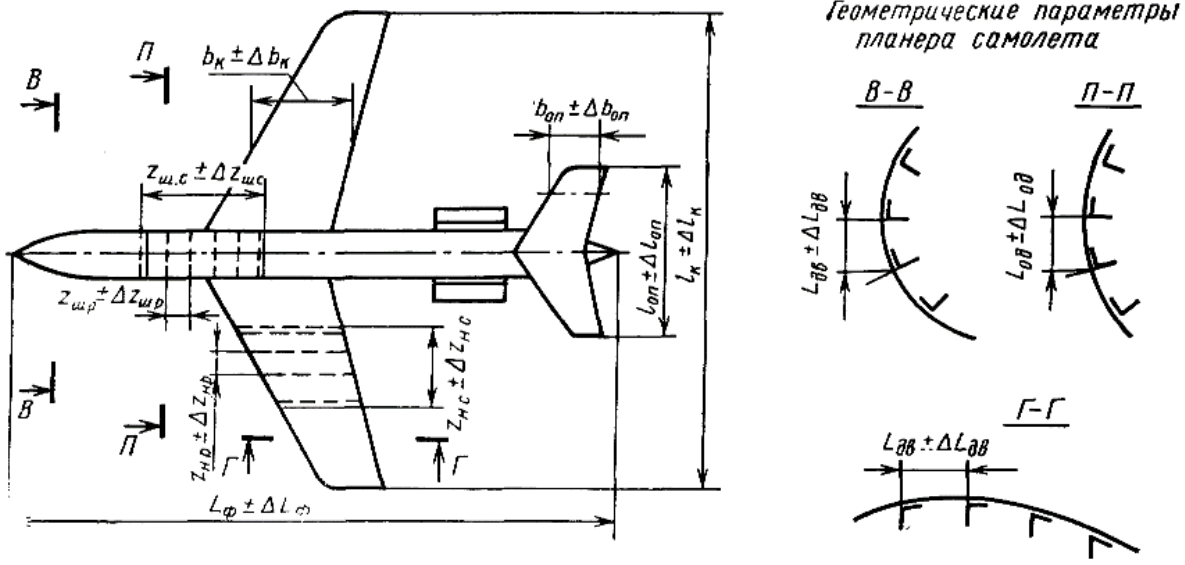
### 1. МЕТОДЫ УВЯЗКИ И МОНТАЖА СБОРОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

В самолетостроении и вертолетостроении размеры, форма и точность сборочных единиц определяются размерами и формой сборочных приспособлений. Размеры, форма и точность в сборочных

приспособлениях обеспечиваются положением базисных элементов и фиксаторов относительно друг друга при их установке на каркасе приспособления.

В соответствии с требованиями, предъявляемыми к планеру самолета, вертолета и его узлам и агрегатам, определяют допустимые отклонения на соответствующие размеры сборочных приспособлений.

Таблица 3.1



Скорость самолета М	По хорде		По размаху		По длине фюзеляжа, ΔL <sub>ф</sub>	Крыло оперение, фюзеляж			
	крыла, Δb <sub>к</sub>	оперения, Δb <sub>оп</sub>	крыла, Δl <sub>к</sub>	оперения, Δl <sub>оп</sub>		по дистанциям нервюр и шпангоутов		между осями стрингеров	
						силовых, Δz <sub>н.с</sub> ; Δz <sub>ш.с</sub>	рядовых, Δz <sub>н.р</sub> ; Δz <sub>ш.р</sub>	одинарной кривизны, ΔL <sub>од</sub>	двойной кривизны, ΔL <sub>дв</sub>
до 0,7	±5,0	±3,0	±12,0	±3,0	±10,0	±2,0	±3,0	±2,0	±3,0
0,75—1,0	±5,0	±3,0	±12,0	±3,0	±5,0	±2,0	±2,5	±2,0	±2,5
1,05—1,8	±4,0	±3,0	±12,0	±3,0	±5,0	±1,0	±2,0	±1,0	±2,0
1,75—3,0	±4,0	±3,0	±10,0	±3,0	±5,0	±1,0	±2,0	±1,0	±2,0

Допуск на рассматриваемый размер сборочного приспособления

$$\delta_{с.п.} = \delta_{из}/K, \quad (3.1)$$

где  $\delta_{с.п.}$  — допуск на размер сборочного приспособления;  $\delta_{из}$  — допуск на соответствующий размер собираемого изделия;  $K$  — коэффициент запаса точности.

При проектировании сборочных приспособлений для сборки узлов, панелей, отсеков, входящих в первую (I) зону (см. рис. 1.5), принимают коэффициент  $K=3$ , входящих во вторую (II) зону  $K=2$ .

Данные о допусках на геометрические параметры собираемого изделия приведены в табл. 3.1.

Нивелировочно-регулирующая схема самолета, вертолета см. рис. 1.3 и табл. 1.1.

Допуски на точность обводов отсеков и агрегата см. рис. 1.5.

На основании этих данных можно сделать вывод, что наиболее жесткие требования по точности обводов предъявляются к крылу и оперению в 1-й зоне. Эти требования к сверхзвуковым самолетам ( $M>1$ ) более высокие, чем к самолетам дозвуковым, имеющих скорость полета  $M<1$ . Допуски на геометрические параметры планера вертолета соответствуют допускам на планер самолета при  $M=0,7$  (см. табл. 3.1).

Изготовление приспособления любой конструкции производят в следующем порядке: комплектуют стандартные элементы, изготавливают специальные элементы, собирают каркас и монтируют на каркас базирующие элементы и фиксаторы, сборку каркаса производят с использованием универсальных измерительных инструментов и приборов (метр, отвес, уровень...). Изготовление базирующих элементов приспособления и их установку на каркас производят в соответствии с конкретным методом увязки заготовительной и сборочной оснастки и конкретным методом монтажа элементов проектируемого сборочного приспособления [8, 15, 22].

Метод монтажа — это система координации базирующих элементов сборочного приспособления при их установке на каркасе.

Эта система является частью общей системы — метода увязки заготовительной и сборочной оснастки.

Увязку заготовительной и сборочной оснастки осуществляют в системе «эталон поверхности — монтажный эталон» или в системе «базовых отверстий». При увязке оснастки в системе «эталон поверхности — монтажный эталон», монтаж сборочного приспособления выполняют с использованием монтажного эталона. При увязке оснастки в системе базовых отверстий монтаж сборочного приспособления возможно производить несколькими методами:

монтаж с помощью шаблона ШМФ (ШП);

монтаж с использованием координатных стенов, шаблонов и геодезических оптических приборов;

монтаж с помощью точных оптических приборов, лазерных излучателей и координатных линеек;

монтаж по данным теоретических таблиц координат базирующих элементов с использованием координатных линеек.

Один из указанных (оптимальный) методов монтажа предусматривают (закладывают) в конструкции приспособления в процессе его проектирования.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ СБОРОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Технические условия составляют на основании ранее разработанной компоновки (см. рис. 1.9). В этих условиях указано:

назначение сборочного приспособления, т. е. для какой сборочной единицы и каких сборочных операций предназначено приспособление. Указано приспособление для предварительной сборки (ППС) или для выполнения всего объема сборочных работ, указан вариант процесса (ручной, механизированный и автоматизированный (см. гл. 1);

базы и базовые детали;

требуемая точность по обводам и стыкам отсеков агрегатов;

метод увязки заготовительной и сборочной оснастки;

метод монтажа сборочного приспособления;

способы установки деталей и снятия собранного изделия с приспособления;

оборудование и инструменты для выполнения процессов установки деталей, их закрепления и выполнения процессов соединения;

наладки, которые необходимо проектировать к данному сборочному приспособлению;

условия поставки деталей в сборочное приспособление и собранного изделия на следующий этап сборки;

характер оснащения приспособления рабочими площадками и стеллажами.

На основании всех перечисленных материалов проектируют, изготавливают и монтируют сборочное приспособление.

## 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ СБОРОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ПРИ УВЯЗКЕ ОСНАСТКИ В СИСТЕМЕ «ЭТАЛОН ПОВЕРХНОСТИ — МОНТАЖНЫЙ ЭТАЛОН»

Проектирование приспособления начинают с вычерчивания технологического чертежа сборочной единицы и общего вида приспособления.

В целях сохранения принципа единства баз в качестве базовых осей принимают ось симметрии и строительную горизонталь самолета (сборочной единицы), которые на плазах увязаны с базовыми осями шаблонов, эталона поверхности и монтажного эталона. При применении монтажного эталона для сборки приспособления (см. рис. 2.1) положение узлов подвески рубильников 11 и плиты стыка б определены размерами  $x_1$ ,  $x_2$  от оси симметрии и размерами  $N$ ,  $M$  от строительной горизонтали самолета. Размер  $s$  определяет положение рубильников по шагу расположения шпангоутов, допуск на размер  $s$  определяют по формуле 3.1 по данным табл. 3.1.

Вычерчивают в масштабе (ГОСТ 2.109—68) элементы каркаса, базирующие и зажимные детали и узлы (см. табл. 2.3—2.22), вычерчивают сечения, поясняющие процесс базирования, закрепления деталей и технологию выполнения соединений между деталями. Составляют спецификацию входящих в приспособление стандартизованных и специально спроектированных деталей и узлов (ГОСТ 2.108—68).

стыка 12 фиксатора (приспособления) соединяют с узлом стыка 13 монтажного эталона с помощью технологического болта 14 (см. сечение Б—Б, рис. 3.1). Выравнивают положение корпуса фиксатора и закрепляют его цементной массой в балке.

Рубильники на сборку поступают с готовым обводом, отверстиями под крепежные отверстия и отверстиями под фиксаторы 7. Установку рубильников на каркас производят в два перехода, вначале

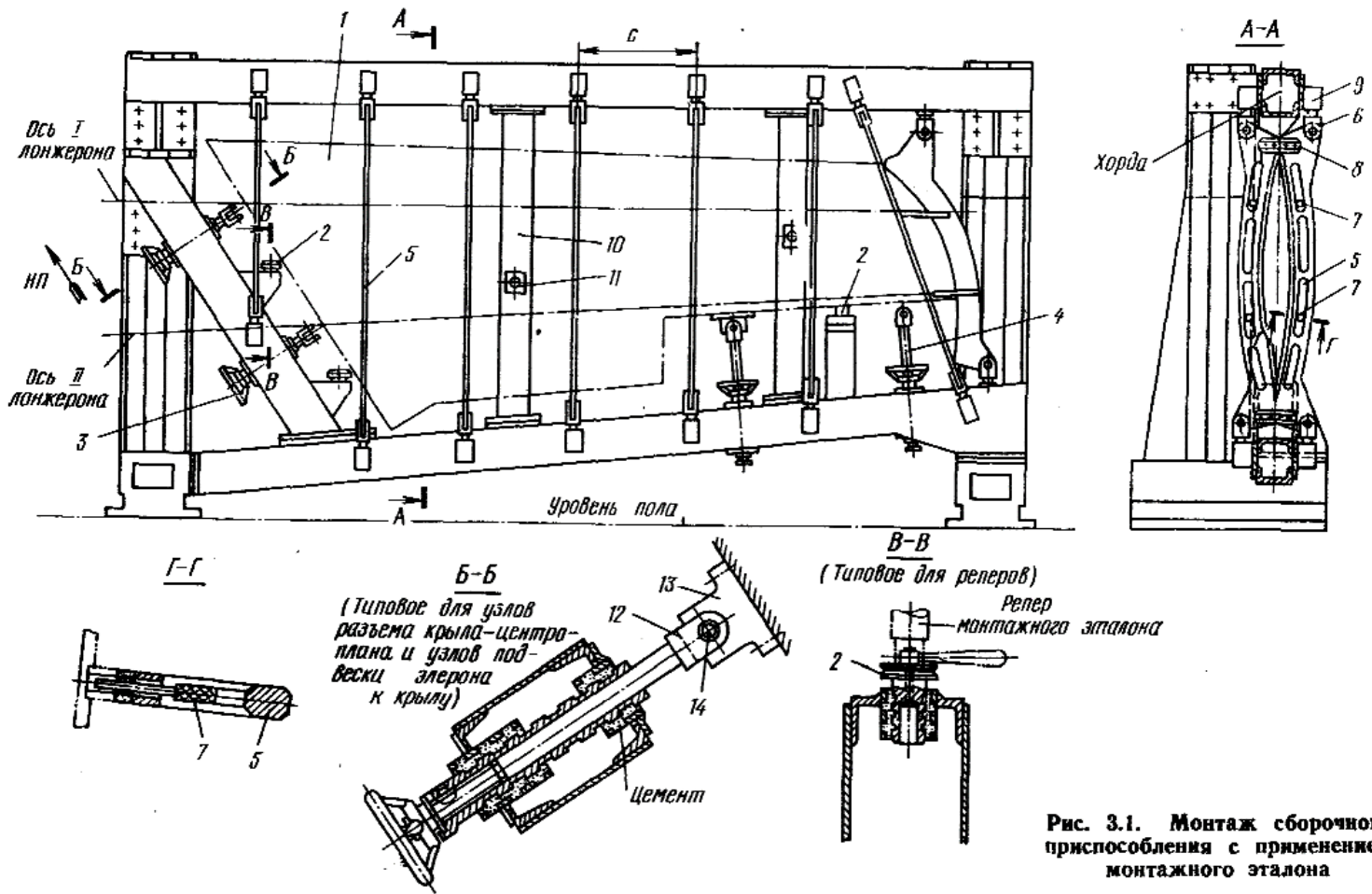


Рис. 3.1. Монтаж сборочного приспособления с применением монтажного эталона

Проектируют специальные детали и узлы приспособления. По чертежам специальных деталей и чертежам стандартизованных деталей производят поверочные расчеты на точность и жесткость элементов сборочного приспособления [8, 14, 22].

В целях обеспечения взаимозаменяемости деталей узлов и агрегатов собираемого изделия производят увязку заготовительно-штамповочной, механообрабатывающей и сборочной оснастки [1, 8, 15]. Процесс монтажа сборочного приспособления с применением монтажного эталона выполняют в следующей последовательности. Собирают каркас сборочного приспособления. Балки на сборку поступают с приваренными стаканами по дистанции с расположением рубильников в приспособлении (рис. 3.1).

В элементах каркаса имеются реперные площадки 2, на которые устанавливают монтажный эталон 1. Монтажный эталон крепят к стойкам 10 болтами 11. Затем устанавливают фиксаторы 3 стыковых узлов по стыку крыла с центропланом и фиксаторы 4 стыковых узлов подвески элерона. При этом узел

их устанавливают на монтажный эталон, а затем закрепляют с помощью вилок на балках.

Основным достоинством этого метода монтажа является высокая точность приспособления по обводам и взаимная увязка обводов со стыками.

#### 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ПРИ УВЯЗКЕ ОСНАСТКИ В СИСТЕМЕ БАЗОВЫХ ОТВЕРСТИЙ (БО)

Проектирование, изготовление и монтаж приспособлений с использованием координатных стенов, шаблонов и геодезических оптических приборов

В этом методе по плазу или теоретическим таблицам координат обводов и положения ОСБ в изделии изготовляют шаблон ШКК и сверлят в нем БО (рис. 3.2). Далее с шаблона ШКК переносят БО на другие шаблоны и эталонную мастер-плиту ЭМП. По шаблонам изготавливают детали собирае-

мого изделия и элементы сборочного приспособления. По ЭМП получают оснастку для изготовления деталей стыка собираемого изделия. Используя

ские оптические приборы. С помощью таких приборов выверяют взаимное положение балок, рубильников и плит стыка. После монтажа приспособления в него поступают детали изделия (Д.ИЗ) и производится его сборка.

Проектирование приспособления производят на основании материалов, полученных в результате предварительной проработки процесса сборки, изложенных в компоновке.

Вычерчивают в нескольких проекциях собираемое изделие (см. рис. 1.13) и сборочное приспособление для его сборки (рис. 3.3).

На основании рабочего чертежа сборочного приспособления и схемы (см. рис. 3.2), поясняющей общий принцип увязки оснастки, разрабатывают схему изготовления его элементов и монтажа. На рис. 3.4 приведена такая схема для приспособления, показанного на рис. 3.3.

Процесс изготовления и монтажа сборочного приспособления включает в этом случае следующие работы:

- изготовление рубильников и плит стыка;
- установку вилок в стаканы балок;
- установку балок на каркас сборочного приспособления;
- установку рубильников, плит стыка, ложементов на балки.

В том случае, когда собираемые агрегаты имеют фланцевые стыки, увязку плит стыка сборочных приспособлений агрегатов производят по схеме рис. 3.5. Такая система зависимого изготовления элемента оснастки и стыковых элементов собираемого изделия обеспечивает увязку сборочных приспособлений и взаимозаменяемость агрегатов по стыкам. Для увязки положения обводов относительно стыковых отверстий ОСБ крепежные отверстия в плитках стыка закоординированы от базовых осей агрегата и БО (см. рис. 2.1 и 3.3). Для установки балок при монтаже приспособления в ряде случаев применяют специальную монтажную раму — (МОН. Р). Образование монтажных отверстий в плитках стыка и монтажных рамах производят на плаз-кондукторе, как и при работе с рубильниками. Установку вилок в стаканы балок производят на инструментальном стенде ИС.

Вилки и ответные стыковые узлы в калибре разъема устанавливают при помощи инструментального стенда. В соответствии с этим при разработке технологического чертежа (см. рис. 1.13) и чертежа сборочного приспособления (см. рис. 3.3) координаты центров монтажных отверстий — МО заданы от одних и тех же базовых отверстий.

Изготовленные рубильники, балки, плиты стык и калибр разъема поступают на общую сборку приспособления.

Установку балок и базирующих элементов на каркас приспособления балочной конструкции производят за три операции. Первая операция — установка и выверка положения верхней балки, вторая — установка и выверка нижних балок, третья — установка базирующих элементов [8].

Для изготовления и монтажа сборочных приспособлений с использованием ПК и ИС применяют и другие варианты технологического процесса, отличающиеся видом применяемого оборудования и при-

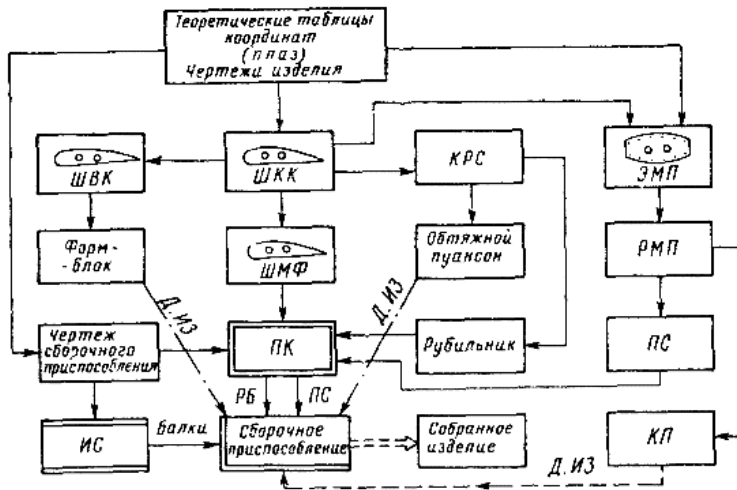


Рис. 3.2. Схема увязки технологической оснастки в системе базовых отверстий с применением плаз-кондуктора и инструментального стенда:

ШКК—шаблон контрольно-контурный; ШВК—шаблон внутреннего контура; КРС—каркас из шаблонов; ШМФ—шаблон монтажно-фиксирующий; ЭМП—эталонная мастер-плита; РМП—рабочая мастер-плита; ПС—плита стыка; КП—кондукторная плита; ПК—плаз-кондуктор; ИС—инструментальный стенд; Д.ИЗ—детали изделия

плаз-кондуктор, шаблон ШМФ и инструментальный стенд, координируют положение крепежных отверстий в рубильниках, балках и плитках стыка. В процессе монтажа, т. е. установки на каркас балок, рубильников и плит стыка, используют геодезиче-

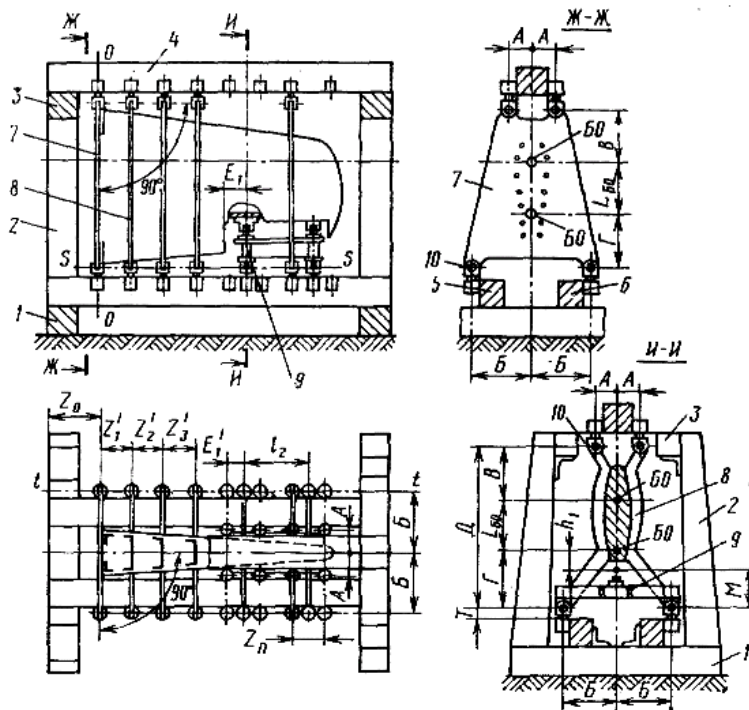


Рис. 3.3. Сборно-разборное приспособление (СРП) для сборки отъемной части крыла:

1—основание; 2—колонна; 3—перекладина; 4, 5, 6—балки; 7—плита стыка; 8—рубильник; 9—калибр стыка крыла с элементом; 10—монтажное отверстие (МО)

боров. Рассмотрим в качестве примера технологический процесс изготовления и монтажа сборочного приспособления рамной конструкции (рис. 3.6).

Размеры оснастки, деталей, узлов и стыковых поверхностей соединяемых агрегатов А и В образуются в последовательности, приведенной на схеме

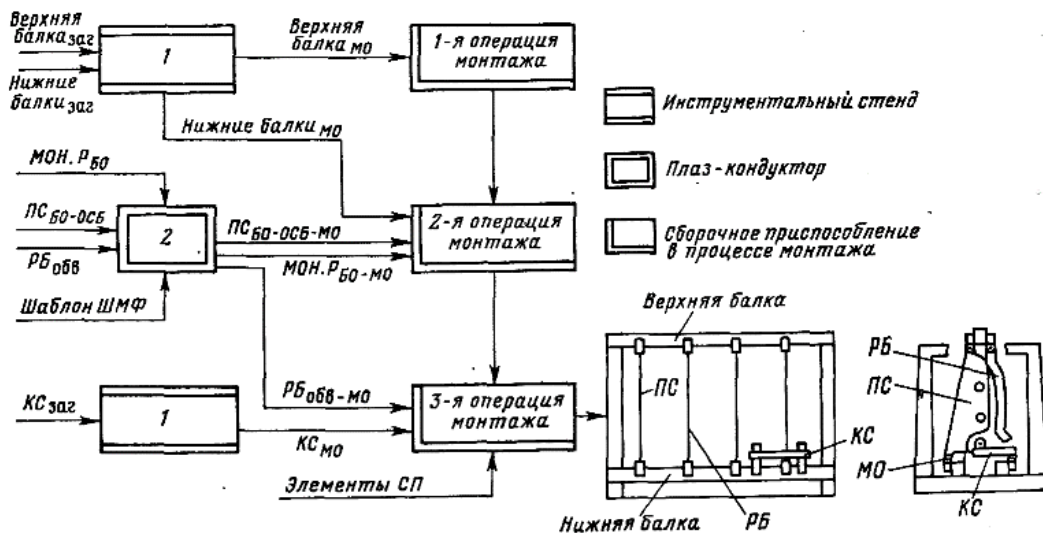


Рис. 3.4. Схема монтажа приспособления с использованием плаз-кондуктора и инструментального стенда

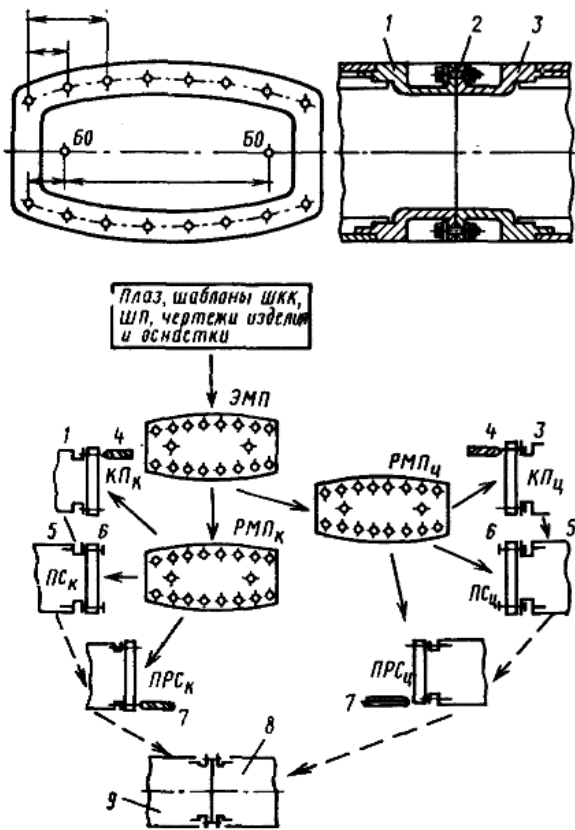


Рис. 3.5. Схема увязки эталонной оснастки при фланцевом стыке:

1, 3—стыковые профили крыла и центроплана; 2—стыковой болт; 4—сверло; 5—сборочное приспособление крыла и центроплана; 6—технологический болт; 7—развертка; 8—крыло; 9—центроплан; ЭМП—эталонная мастер-плита; РМПк, РМПц—рабочие мастер-плиты крыла и центроплана; КПк, КПц—кондукторные плиты для сверления отверстия в профилях стыка крыла и центроплана; ПСк, ПСц—плиты стыка сборочных приспособлений крыла и центроплана; ПРСк, ПРСц—плиты разделочных стенов крыла и центроплана

рис. 3.2. Приспособление рамной конструкции изготавливают и монтируют в следующем порядке.

Заготовка эталонной мастер-плиты поступает на станок 1, на котором на нее переносятся с шаблона ШП базовые отверстия БО и отверстия под стыковые болты ОСБ (см. рис. 3.6).

Отверстия ОСБ рассверливают до размера наружного диаметра кондукторных втулок.

На станке 2 по эталонной мастер-плите, как по кондуктору, обрабатывают рабочие мастер-плиты для стыков агрегатов А и В.

По рабочей мастер-плите, как по кондуктору, обрабатывают отверстия в плитах стыка приспособления. Так, например, по рабочей мастер-плите агрегата А на станке 3 обрабатывают плиту стыка приспособления для сборки агрегата А.

Далее плита стыка (ПС БО-ОСБ) поступает на плаз-кондуктор, где в соответствии с размерами по чертежам приспособления и шаблону ШМФ координируют центры монтажных отверстий и фиксируют втулки. Плита стыка с отверстиями БО, МО и ОСБ подается для установки в сборочное приспособление 5.

Установку вилок в раме и координацию центров МО в вилках производят при помощи инструментального стенда 6, а затем на раму устанавливают элементы и детали приспособления, плиту стыка и рубильники с МО и обводами.

### Проектирование, изготовление и монтаж приспособлений с помощью точных оптических приборов, лазерных излучателей и координатных линеек

Рассмотрим в качестве примера проектирование и монтаж приспособления для сборки кессона центроплана, приведенного на рис. 1.15. Процесс его сборки включает операции: установку лонжеронов, установку макетных и самолетных нервюр и установку панелей. В этом кессоне в качестве базы



при базировании панелей принята внутренняя поверхность обшивки.

Рассматриваемый кесон с базой по ВП возможно собирать в приспособлении, которое монтируют по монтажному эталону или в приспособлении, монтируемому с помощью точных оптических приборов.

В случае использования монтажного эталона процесс изготовления и монтажа приспособления выполняют по типовой схеме.

приспособления выполнена в виде линий визирования, расположенных в прямоугольной системе координат.

На чертеж приспособления (рис. 3.7) нанесены линии визирования 10 и 13, проходящие через центры базовых отверстий (БО) в плитах стыка 12 и 26. Параллельно этим линиям визирования предусмотрено образование линии визирования 42, на базе которой получают вспомогательные линии визиро-

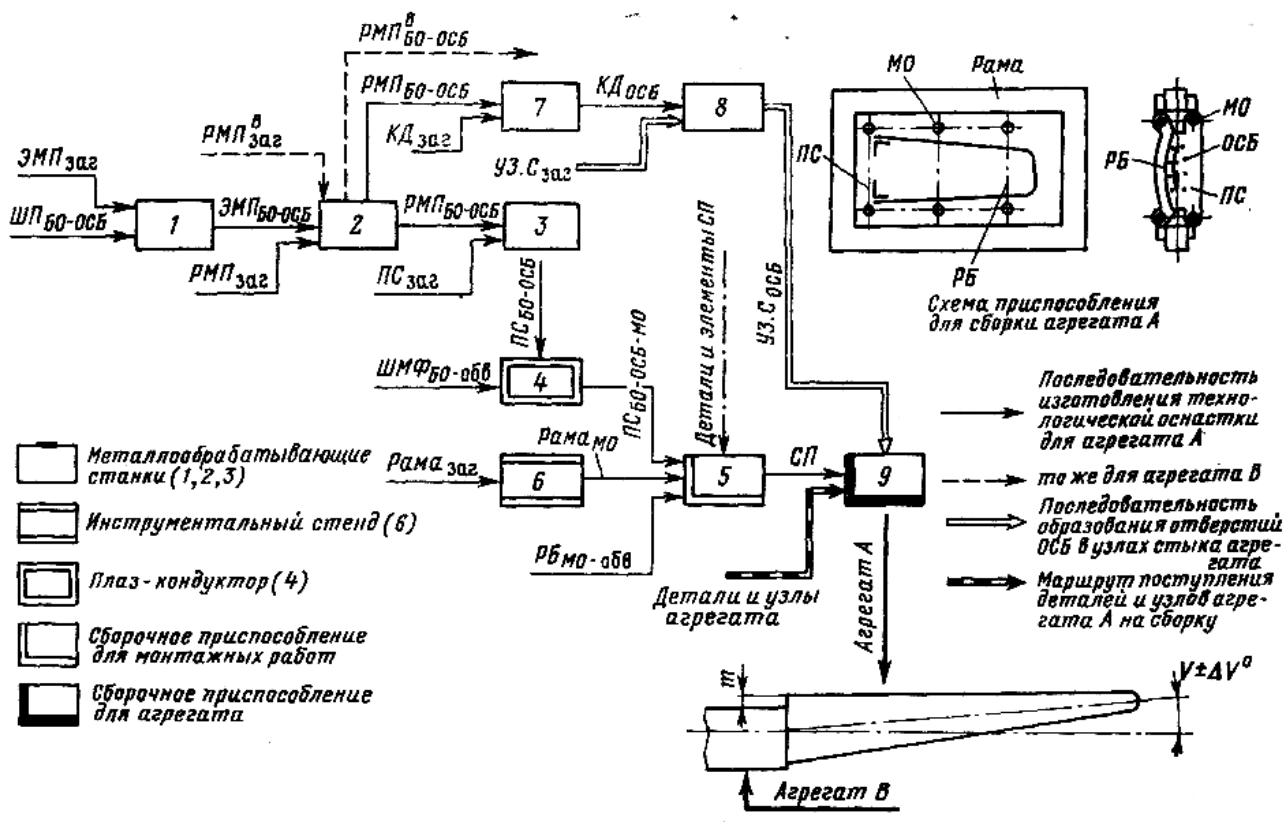


Рис. 3.6. Схема монтажа приспособления рамной конструкции:

ЭМП<sub>заг</sub> — эталонная мастер-плита в виде заготовки; ШП<sub>БО-ОСБ</sub> — шаблон приспособления с базовыми отверстиями под стыковые болты; ЭМП<sub>БО-ОСБ</sub> — эталонная мастер-плита с обработанными БО и ОСБ; РМП<sub>заг</sub> — рабочая мастер-плита агрегата А (заготовка); РМП<sub>заг</sub><sup>В</sup> — рабочая мастер-плита агрегатов В (заготовка); РМП<sub>БО-ОСБ</sub> — рабочая мастер-плита агрегата с обработанными БО и ОСБ; ПС<sub>заг</sub> — плита стыка в ви-

де заготовки; ПС<sub>БО-ОСБ</sub> — плита стыка с обработанными БО и ОСБ; ПС<sub>БО-ОСБ-МО</sub> — плита стыка с МО, ОСБ и БО; Рама<sub>заг</sub> — рама (заготовка со стаканами); Рама<sub>МО</sub> — рама с установленными в ней вилками и координированным положением МО в вилках; ЦМФ<sub>БО-обв</sub> — шаблон приспособления с БО и обводом, соответствующим обводу рубильника; РБ<sub>БО-обв</sub> — рубильник с обводом и МО

При применении оптико-механических и электронных приборов проектирование и монтаж приспособления проводят в следующей последовательности: проектирование приспособления и создание координатной оптической системы, изготовление элементов приспособления;

монтаж приспособления с использованием оптических или электронных приборов (лазера);

увязка элементов приспособления и базовых узлов изделия.

Проектирование приспособления и создание координатной оптической системы. Для установки на каркас приспособления базирующих элементов приспособления и базовых узлов изделия — лонжеронов — используют координатную оптическую систему (КОС). Координатная оптическая система для данного

визирования для установки элементов оснастки по дистанциям вдоль приспособления.

Из всех линий визирования главной базовой является линия визирования 10, с этой линии визирования начинается построение всей оптической системы.

Базовая линия визирования 10 образуется с помощью зрительной трубы 6 и целевого знака с подсветом 31. Затем, используя насадку с пентапризмой 8, образуют параллельную линию визирования 13. Базовый целевой знак 30 фиксирует положение этой линии визирования. Для образования линии визирования 42 применяют еще одну зрительную трубу 36 с насадкой в виде пентапризмы к окулярам бокового наблюдения. Зрительную трубу 36 устанавливают на дистанционный кронштейн 37, который может перемещаться по дистанционной ли-

нське 39. Линия визирования 42 проходит через прозрачный целевой знак 43 на сетку базового целевого знака с подсветом 44. Наличие двух неподвижных целевых знаков 43 и 44 позволяет перемещать зрительную трубу 36 вдоль координатной ли-

табл. 2.3—2.25. Для выполнения монтажных работ по установке элементов приспособления в рабочее положение применяют различного вида детали. При монтаже сборочных приспособлений длиной от 30 до 75 м целесообразно вместо оптической систе-

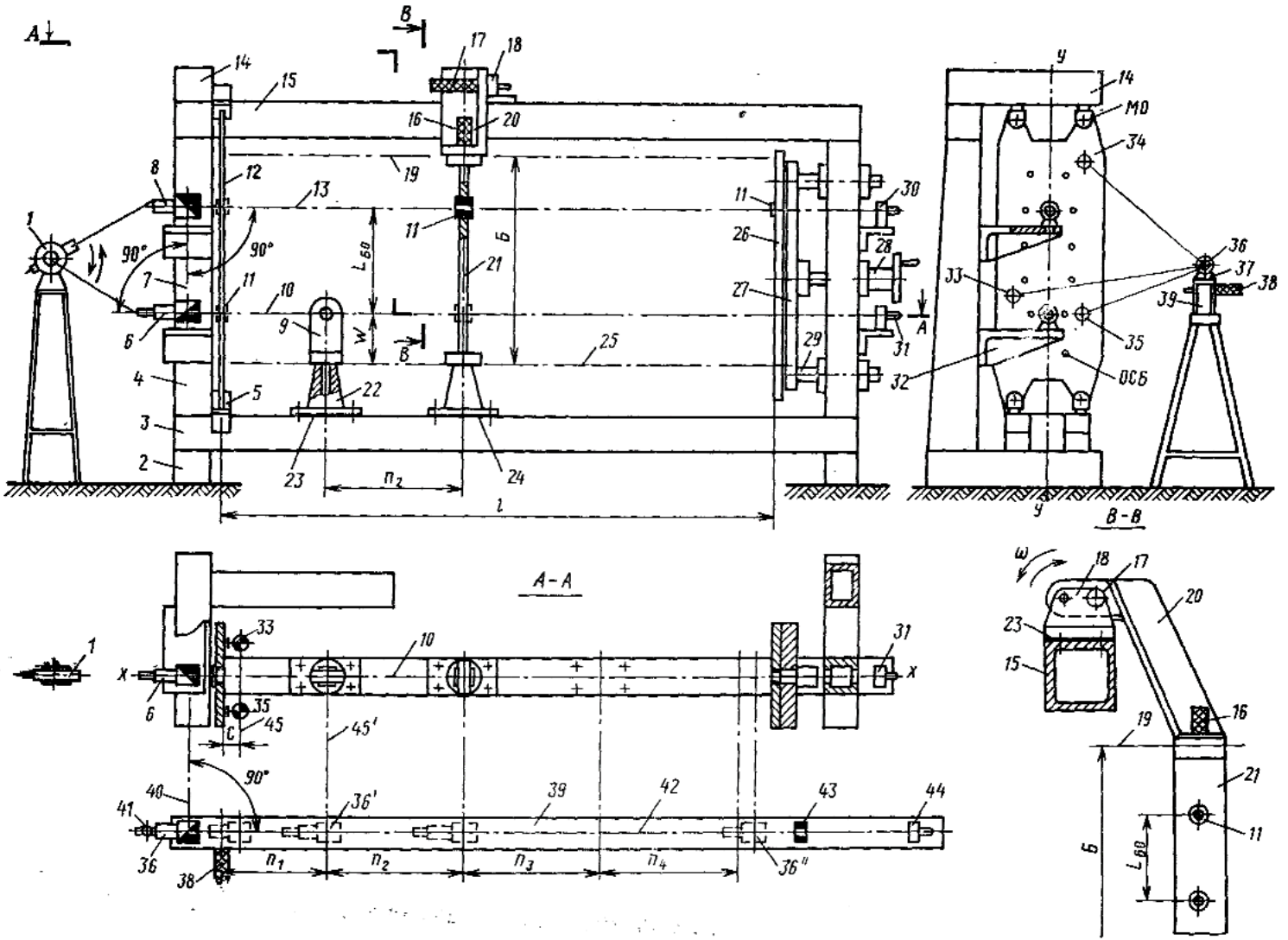


Рис. 3.7. Координатная система и схема установки оптических приборов при монтаже приспособления для сборки центрального (см. рис. 1.17):

1—теодолит; 2—основание; 3, 14, 15—балки; 4—колонна; 5—вилка; 6, 36—зрительная труба с насадкой—пентапризмой; 7, 10, 13, 40, 42, 45—линии визирования; 8—насадка с пентапризмой; 9—стойка; 11, 30, 31, 33, 34, 35, 43, 44—целевые знаки; 12, 26—плита стыка; 16, 17, 38—штыревые фиксаторы; 18—опора; 19, 25—опорные плоскости переднего и заднего лонжерона; 20—откидной кронштейн; 21—ограничитель; 22—репер-кронштейн; 23—прокладка; 24—болт; 27—опорная плоскость плиты стыка; 28—механизм для перемещения плиты стыка; 26; 29—направляющая; 32—кронштейн; 37—дистанционный кронштейн; 39—дистанционная линейка; 41—окуляр бокового наблюдения

нейки, не нарушая положения линии визирования 42 относительно базовой линии визирования 10. На чертеже приспособления (см. рис. 3.7) проставляют размеры, определяющие взаимное положение элементов приспособления и размеры, определяющие положение базовых поверхностей относительно линий визирования.

Таковыми размерами (см. рис. 1.15 и 3.7) будут  $L_{\text{Б.О.}}$ ,  $l$ ,  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$ ,  $n_4$ ,  $W$ ,  $B$ ,  $C$ .

Каркас приспособления (основания, балки, кронштейны, колонны) и базирующие элементы плиты стыка, реперы, фиксаторы являются стандартизованными элементами, их размеры выбирают по

мы КОС применять более точную лазерную центрирующую измерительную систему — ЛЦИС.

Система ЛЦИС состоит из лазерного излучателя (типа ЛГ-56), монтажного целевого знака и позиционного целевого знака. Линия визирования в данном случае представляет собой видимый световой луч, выходящий из лазера.

Принцип проектирования и схема монтажа приспособлений с применением ЛЦИС такие же, как и применяемых оптических приборов. В данном случае вместо зрительной трубы ППС-14 устанавливают лазерный излучатель и вместо оптических целевых знаков позиционные чувствительные целевые

знаки (ПЧЦЗ). Положение линии визирования в системе ЛЦИС определяют с помощью специально-го прибора-индикатора.

Монтаж приспособления. Монтаж начинают с установки плиты стыка 12 (см. рис. 3.7). Плиту стыка 12 с вставленными в отверстие БО целевыми знаками 11 устанавливают предварительно на каркасе и крепят струбцинами. Перемещают зрительную трубу 36 вдоль линии визирования 42 в исходное положение, при котором плоскость плиты 12 совпадает с осью фиксатора 38. Регулируют по-

поворота стойки 9 на  $90^\circ$  и наблюдения по линии визирования 45'. Установив кронштейн в требуемое положение, закрепляют его болтами на балке 3. В этом же положении трубы (поз. 36') производят установку верхнего откидного кронштейна 20. При этом ограничитель 21 устанавливают на репер-кронштейн 22, устанавливают опору 18 на балку 15, а рычаг кронштейна на ограничитель 21 (см. рис. 3.7 сеч. В — В).

Наблюдения по линиям визирования 13 и 45 (при повернутом на  $90^\circ$  ограничителе 21) устанавливают

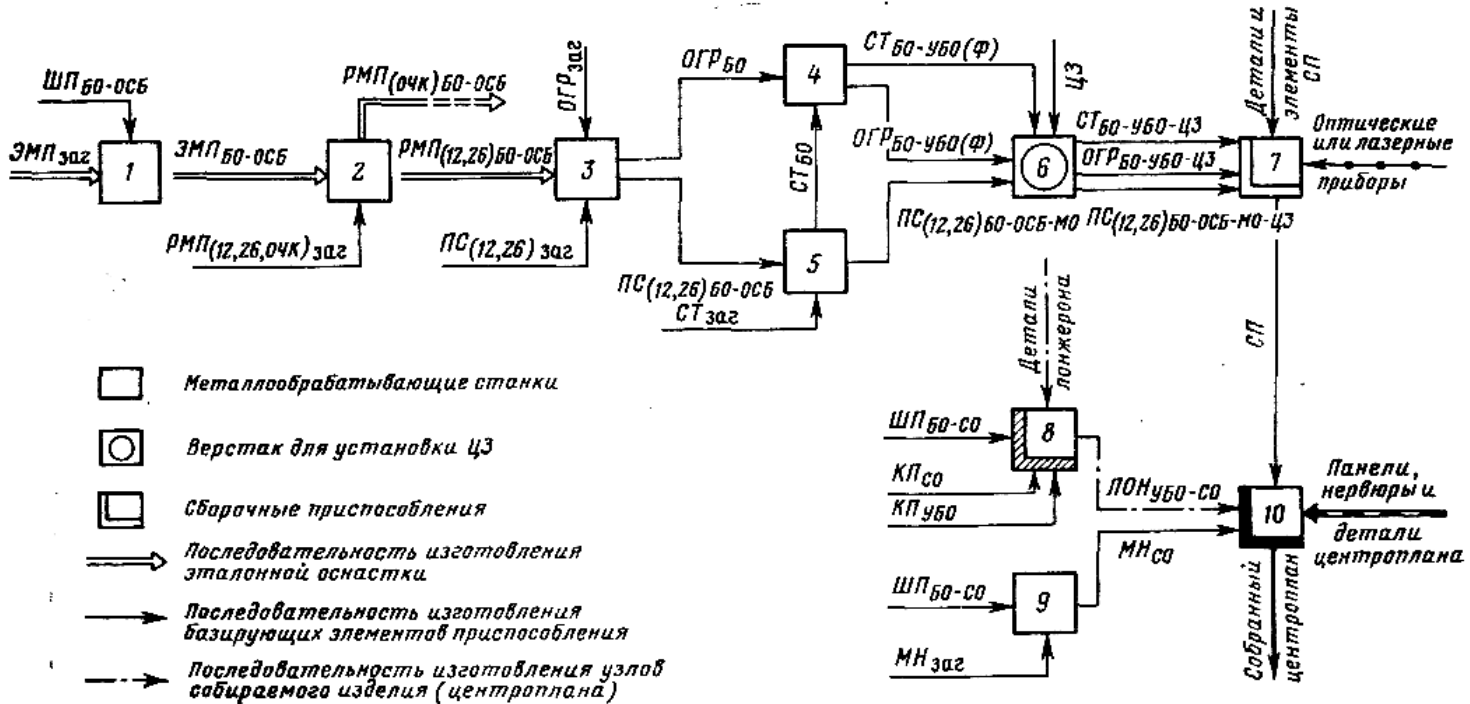


Рис. 3.8. Схема монтажа и увязки оснастки при сборке приспособления с применением оптических приборов (обозначение оборудования и оснастки см. рис. 3.6)

ложение плиты так, чтобы при наблюдении в боковой окуляр трубы 36 вспомогательная линия визирования 45 при повороте трубы вокруг ее продольной оси проходила через центры целевых знаков 33 и 35. При прохождении линии визирования 45 через центры целевых знаков 33 и 35 плоскость плиты 12 будет перпендикулярна продольной оси (x — x) приспособления.

Установку плиты в вертикальной плоскости производят путем визирования по целевым знакам 34 и 35. Установив плиту в рабочее положение, заливают цементной массой вилки 5 в стаканах балок 3 и 14. После затвердения цемента струбцины крепления плиты снимают. Для выполнения следующей операции — установки репер-кронштейна 22 в рабочее положение — трубу 36 перемещают в поз. 36' на размер  $n_1$ . Размер  $n_1$  отмеряют по координатной линейке 39 и фиксируют трубу относительно координатной линейки фиксатором 38. Устанавливают кронштейн 22 в рабочее положение и предварительно крепят к балке 3. Вставляют в отверстие УБО кронштейна хвостовик стойки 9. Наблюдая по линии визирования 10, устанавливают кронштейн по высоте — размер  $W$ , используя при этом различной толщины прокладки 23. Точную установку кронштейна 22 на размер  $n_1$  производят путем

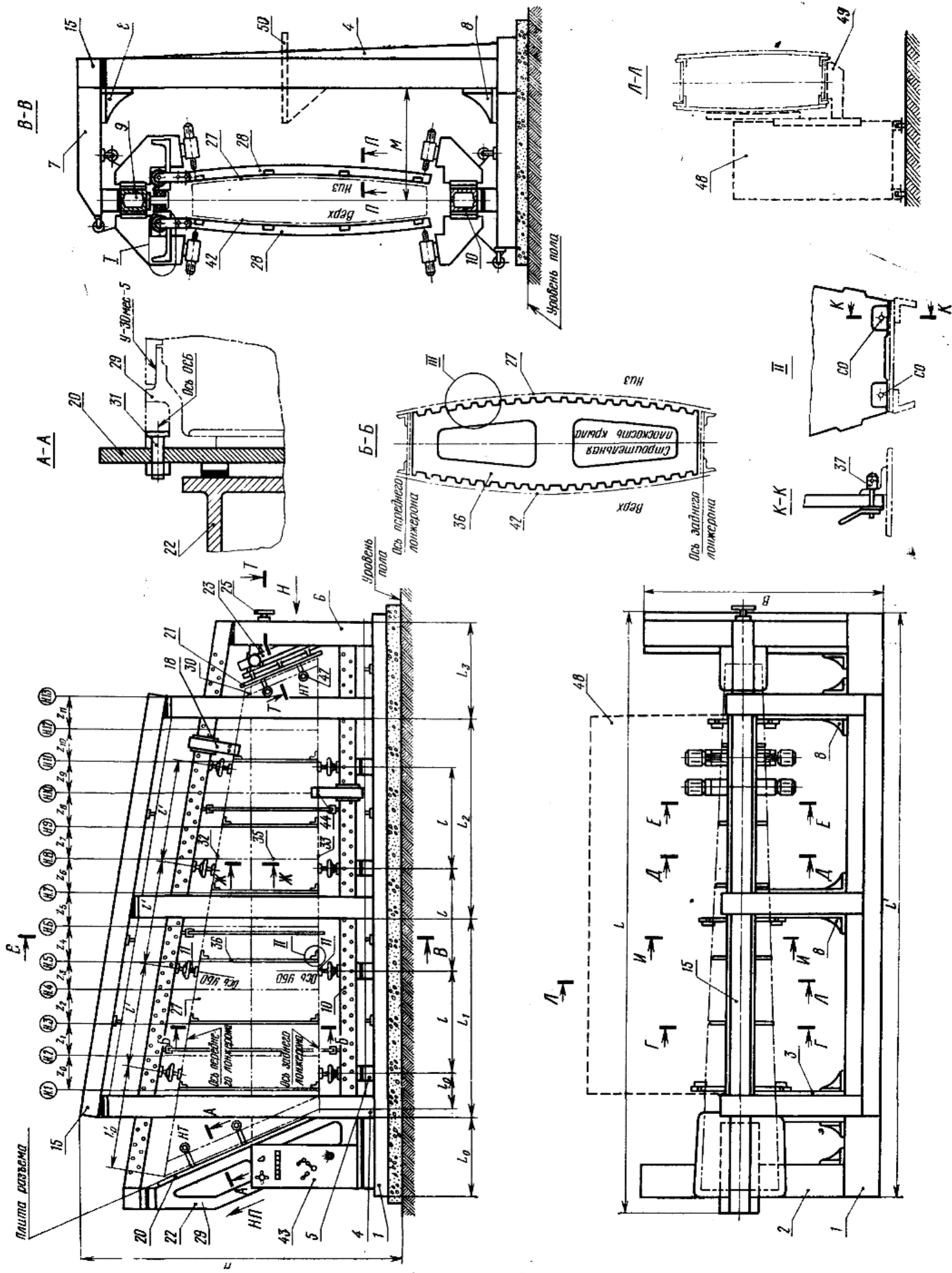
ограничитель, а вместе с ним и откидной кронштейн 20 в рабочее положение. В рабочем положении кронштейна 20 линии визирования 13 и 45' проходят через целевые знаки ограничителя, а фиксатор 16 легко входит в рычаг 20 и ограничитель 21.

В этом положении опору 18 закрепляют на балке 15. В такой последовательности производят установку репер-кронштейнов и откидных кронштейнов по дистанциям  $n_2$ ,  $n_3$  и  $n_4$ . Плиту стыка 26 устанавливают в рабочее положение так же, как и плиту 12, используя целевые знаки 11, установленные в БО этой плиты, и переносные целевые знаки (33, 34, 35) при установке трубы 36 в поз. 36''.

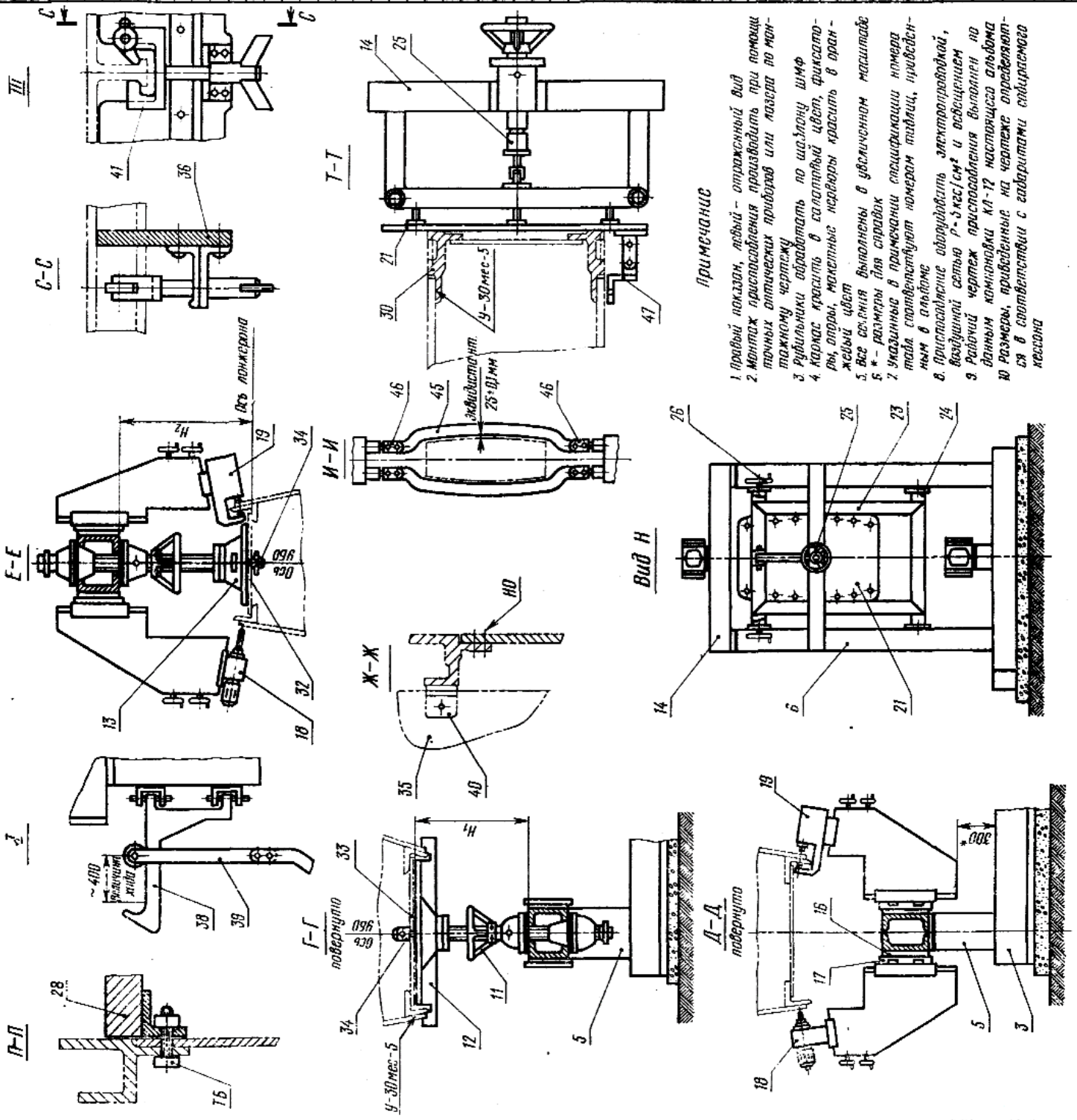
После монтажа приспособления оптические приборы, монтажные кронштейны, стойки, ограничители снимают, а приспособление поступает в эксплуатацию.

Увязка базирующих элементов приспособления и базовых узлов изделия при применении системы КОС приведена на схеме рис. 3.8.

Следует обратить внимание на то, что на рис. 3.8. приведена схема увязки и последовательности изготовления элементов приспособления для конкретного случая, т. е. центроплана, показанного на рис. 1.15, и конструкции приспособления для его сборки



Код	Обозначение	Наименование	Примечание
1		Основание	Табл. 2.3
2		Основание	"
3		Блоки колонн	Табл. 2.5
4		Блоки колонн	"
5		Блоки колонн	"
6		Блоки колонн	"
7		Кронштейн	Спец.
8		Кронштейн	Табл. 2.6
9		Балка верхняя	Табл. 2.7
10		Балка нижняя	"
11		Фиксатор винтовой	Табл. 2.14
12		Фиксатор винтовой	Спец.
13		Фиксатор винтовой	Спец.
14		Верхняя балка	Табл. 2.7
15		Верхняя балка	"
16		Верхняя балка	"
17		Верхняя балка	"
18		Верхняя балка	"
19		Верхняя балка	"
20		Верхняя балка	"
21		Верхняя балка	"
22		Верхняя балка	"
23		Верхняя балка	"
24		Верхняя балка	"
25		Верхняя балка	"
26		Верхняя балка	"
27		Верхняя балка	"
28		Верхняя балка	"
29		Верхняя балка	"
30		Верхняя балка	"
31		Верхняя балка	"
32		Верхняя балка	"
33		Верхняя балка	"
34		Верхняя балка	"
35		Верхняя балка	"
36		Верхняя балка	"
37		Верхняя балка	"
38		Верхняя балка	"
39		Верхняя балка	"
40		Верхняя балка	"
41		Верхняя балка	"
42		Верхняя балка	"
43		Верхняя балка	"
44		Верхняя балка	"
45		Верхняя балка	"
46		Верхняя балка	"
47		Верхняя балка	"
48		Верхняя балка	"
49		Верхняя балка	"
50		Верхняя балка	"



- Примечания**
1. Правый показан, левый - отразженный вид
  2. Монтаж приспособления производится при помощи точных оптических приборов или лазера по монтажному чертежу
  3. Рубильники обрабатывать по шпильку ШМФ
  4. Каркас красить в голубой цвет, фиксаторы опоры, мелкие детали красить в серый цвет
  5. Все детали выполнены в увеличенном масштабе
  6. \* - размеры для справок
  7. Указанные в примечании спецификации номера табл. соответствуют номерам таблиц, приведенным в альбоме
  8. Приспособление оборудовано электроприводом, воздушной сетью Р-3квс1см и вращением на данный чертеж приспособления выделен на данным компоновки КЛ-12 настоящего альбома
  9. Размеры, приведенные на чертеже относятся кся в соответствии с габаритами стандартного кессона

Рис. 3.9. Общий вид сборного приспособления для сборки кессона ОЧК

(см. рис. 3.7). Из этого следует, что при разработке процесса сборки каждого конкретного типоразмера и конструкции изделия необходимо разрабатывать: технологический чертеж, конструкцию приспособления, процесс сборки, метод монтажа приспособления и увязку оснастки. Конструкцию приспособления разрабатывают подробно, вначале на общем виде, а затем в виде чертежей узлов и специальных деталей. К чертежам общего вида узлов дают спецификацию.

На рис. 3.9 в качестве примера приведен чертеж общего вида приспособления для сборки кессона.

Приспособление предназначено для сборки кессона крыла самолета клепаной конструкции. Конструкция приспособления и процесс сборки в нем изделия разработаны на основании компоновки КЛ-12. Сборку кессона производят в приспособлении с базированием по внутренней поверхности обшивки (ВП) с использованием макетных нервюр (МН).

Приспособление (см. рис. 3.9) состоит из каркаса, который включает в себя основания 1, 2, 3, блоки колонн 4, 5, 6 и кронштейны 7, 8. Габариты приспособления определены размерами  $L, B, H$ . Каркас установлен на полу цеха на бетонном основании по размерам  $L_0, L_1, L_2, L_3$ . На каркас установлены верхние и нижние балки 9, 10, в которых смонтированы базирующие элементы в виде винтовых фиксаторов 11 с опорными площадками 12, 13. Эти фиксаторы по УБО установлены от плоскости разреза по переднему лонжерону на расстоянии  $l_0'$  и по заднему лонжерону на расстоянии  $l_0$ . Фиксаторы установлены друг от друга на расстоянии  $l$  и  $l_0'$ . Опорные площадки для заданного лонжерона установлены на расстоянии  $H_1$  от нижней балки (сеч. Г—Г) и от переднего лонжерона на расстоянии  $H_2$  (сеч. Е—Е). От боковых колонн кессон установлен на расстоянии  $M$  (сеч. В—В). Блоки колонн в поперечном направлении соединены балкой 14. На каждой из трех колонн 4 установлены кронштейны 7. Эти колонны в продольном направлении скреплены балкой 15. На балках 9, 10 установлены базовые плиты 16 (сеч. Д—Д), в которых закреплены направляющие — копир-линейки 17, по которым перемещаются каретки СЗВУ и ПКВ. В копир-линейках просверлены координатные отверстия с шагом расположения заклепок в швах по стыку панелей с лонжеронами. На каждой балке смонтированы по две каретки, на каждой из которых устанавливают сверлильно-зенковальные установки 18 или клепальные прессы 19. Плита стыка 20 — неподвижная, а 21 — поворотная. Эти плиты смонтированы на стойке 22 и раме 23. Стойка 22 установлена на основании 1, а рама — на колоннах 6. Рама вместе с плитой может поворачиваться на подшипниках 24 (вид Н) механизмом 25. Рама фиксируется в рабочем положении выдвижным фиксатором 26. Приспособление монтируют при помощи точных оптических приборов или лазера по специальному монтажному чертежу (см. рис. 3.7). Увязка сборочной оснастки в системе БО с применением оптико-механических приборов (лазера) и координатных линеек приведены на рис. 3.8.

Технологический процесс сборки кессона в приспособлении (см. рис.

3.9) производят в следующей последовательности (см. схему сборки на компоновке КЛ-20 и цикловой график сборки кессона рис. 3.10).

А. Навеска нижней панели на ложементы. Навешивают нижнюю панель 27 на ложементы 28 (сеч. В—В). Панель крепят к ложементам технологическими болтами ТБ (сеч. П—П).

Б. Установка стыковых профилей, лонжеронов, самолетных и макетных нервюр в приспособление по ОСБ, УБО, СО. Устанавливают на плиты стыка

Цикловой график сборки кессона (к приспособлению на рис. 3.9)

Последовательность, содержание операций и № переходов	Глубина, мм	Классификация, мм/ч	Количество, шт/м	Продолжительность, мин	Продолжительность, ч	Цикловое время, ч	
						I смена	II смена
А Навеска нижней панели на ложементы							
Б Установка стыковых профилей, лонжеронов, самолетных и макетных нервюр в приспособление по ОСБ, УБО и СО							
В Соединение самолетных нервюр со стойками лонжеронов							
Г Предварительная установка нижней панели							
Д Предварительная установка верхней панели							
Е Повторная установка нижней панели							
Ж Герметизация нижней панели Соединение панели с каркасом							
З Герметизация верхней панели Соединение панели с каркасом							
И Контроль обводов. Нанесение нибелировочных точек. Снятие кессона.							
Итого							

Рис. 3.10. Цикловой график сборки кессона (к приспособлению на рис. 3.9)

(сеч. А—А, Т—Т) стыковые профили 29, 30 и закрепляют их в плитах технологическими болтами 31, вставленными в ОСБ плит и профилей. Затем устанавливают передний 32 и задний 33 лонжероны на опорные площадки 13, 12. Фиксируют лонжероны технологическими болтами 34, вставленными в УБО опорных площадок и лонжеронов (сеч. Г—Г, Е—Е). Устанавливают самолетные и макетные нервюры, базируя их на СО в стойках лонжеронов (см. узел II). Закрепляют нервюры технологическими болтами 37.

В. Соединение самолетных нервюр со стойками лонжеронов. По НО в стойках лонжеронов сверлят отверстия в самолетных нервюрах, соединяют нервюры со стойками лонжеронов заклепками 3П. Сверление и клепку выполняют в приспособлении при помощи пневмодрелей — ПД и переносных клепальных прессов ПКП.

Г. Предварительная установка нижней панели. Подводят нижнюю панель 27 к каркасу по направляющим 38 откатного устройства 39 (сеч. В—В, узел I). По обводу панель базируют по внутренней поверхности обшивки (ВП) и поверхности макетных нервюр. В продольном направлении панель ориентируют по макетным нервюрам и компенсаторам 40. В поперечном направлении панель ориентируют по кромке и опорам (сеч. Т—Т). Панель прижимают к макетным нервюрам прижимами 41 (узел III). По НО в компенсаторах 40 (сеч. Ж—Ж) сверлят отверстия под заклепки в самолетных нервюрах 34, отводят нижнюю панель от каркаса.

Д. Предварительная установка верхней панели. Навешивают верхнюю панель 42 на ложементы и

закрепляют их. Подводят панель к каркасу и базируют ее по тем же базам, что и нижнюю панель. По НО в самолетных нервюрах 35. Соединяют панель через компенсаторы с самолетными нервюрами технологическими болтами (сеч. Ж — Ж). Снимают макетные нервюры 36 и вместо них устанавливают по СО самолетные нервюры 35. Соединяют вновь установленные самолетные нервюры со стойками лонжеронов заклепками ЗП. По НО в компенсаторах 40 верхней панели сверлят отверстие под заклепки во вновь установленных нервюрах. Сверлят и зенкуют отверстия в стыковых профилях по НО в обшивке.

Е. Повторная установка нижней панели. Подводят нижнюю панель к каркасу. Устанавливают кулачковые натяжные прижимы (см. табл. 2.21) на нервюры и поджимают панель к каркасу. Устанавливают технологические болты ТБ в ранее просверленные под заклепки отверстия и закрепляют панель этими болтами. По НО в компенсаторах 40 сверлят отверстия во вновь установленных нервюрах 35. Сверлят и зенкуют отверстия в стыковых профилях по НО в обшивке. Очищают кессон от стружки, отводят нижнюю панель от каркаса.

Ж. Герметизация нижней панели. Соединение панели с каркасом. Подготавливают поверхности к герметизации. На панель, полки лонжеронов и стыковые профили наносят в зону шва кистью внутривоздушный герметик У-30 мес-5 (сеч. А — А, Т — Т, Г — Г). Подводят панель к каркасу и прижимают кулачковыми натяжными прижимами. Соединяют панель с нервюрами по компенсаторам заклепками ЗП, а со стыковыми профилями — заклепками ЗУ. Клепку выполняют пневмолотками — КМ. Снимают ложементы.

З. Герметизация верхней панели. Соединение панели с каркасом. Подготавливают поверхности панели и каркаса к герметизации и наносят герметик. Снимают технологический люк верхней панели. Подводят панель к каркасу. Соединяют панель с нервюрами и профилями разъемов заклепками ЗП и ЗУ. Закрывают технологический люк и снимают ложементы. Подводят СЗВУ и ПКВ в исходную позицию и выполняют сверление и клепку по полкам лонжеронов, очищают поверхность кессона от стружки. Управление работами СЗВУ производят с пульта 43, а управление процессом клепки производят вручную кнопками 44, установленными на каретках ПКВ.

И. Контроль обводов. Нанесение нивелировочных точек НТ. Снятие кессона с приспособления. Контроль обводов кессона производится по контрольным сечениям эквидистантными шаблонами ШЭК. Шаблоны 45 закреплены на балках при помощи вилки 46 (сеч. И — И). Размер зазора между ШЭК и поверхностью обшивки измеряют специальным индикаторным прибором. На нижнюю поверхность кессона наносят красной краской нивелировочные точки через кондукторные втулки 47 (сеч. Т — Т). Для снятия кессона с приспособления подводят транспортную тележку 48 в зону приспособления со стороны верхней панели. Перемещают тележку и вводят под задний лонжерон опоры 49. Закрепляют кессон на тележке. Освобождают технологические болты 31, 34, 37. Отводят фиксаторы УБО-11 с опо-

рами 12, 13 в исходное положение. Поворачивают плиту 21. Снимают кессон с приспособления и передают на участок доработки и контроля герметичности. Для удобства работы исполнителей приспособление оснащено рабочими площадками 50.

В зависимости от задания по проекту разработка технологического процесса сборки может ограничиться разработкой схемы сборки по компоновке КЛ-20 или циклового графика по типу рис. 3.10 или будет разработан подробный процесс сборки с нормированием времени по операциям и определением циклового времени.

### Проектирование, изготовление и монтаж приспособлений с использованием шаблона ШМФ

С помощью шаблонов ШМФ собирают большую группу приспособлений, применяющихся для сборки различных узлов (шпангоутов, нервюр, балок и пр.). При этом способе сборки фиксирующие элементы приспособления (фиксаторы, зажимы и стыковые узлы) устанавливают в требуемое положение по вырезам и отверстиям в шаблоне ШМФ.

На рис. 3.11 приведен шаблон ШМФ и приспособление для сборки шпангоута фюзеляжа, собранное по этому шаблону. На шаблоне 1 нанесен по плазу контур 2 собираемого шпангоута, просверлены базовые отверстия и сделаны вырезы 3 в местах установки фиксаторов. Кроме того, на шаблоне нанесены оси фюзеляжа и всех стрингеров, даны значения малок, вырезы для окантовок и другая необходимая информация (на рис. 3.11 приведена только часть этой информации). Вырезы в шаблоне для установки фиксаторов выполнены по наружным контурам собираемых профилей 0/1 и 0/3 (см. рис. 3.11, сеч. А — А).

Приспособление для сборки шпангоута представляет собой каркас 4, на котором установлена плита 5 с фиксатором.

Для установки фиксаторов сначала на приспособление устанавливают опоры 6 для шаблона, затем на опоры кладут шаблон 1. Далее ставят фиксаторы, определив по шаблону их положение, и закрепляют фиксаторы на плите 5.

Шаблон устанавливают параллельно поверхности монтажной плиты приспособления на расстоянии  $H$  от нее. При установке опор размер  $H$  выдерживают с допуском  $\pm 0,2$  мм путем подбора прокладки 7.

Положение опор в плоскости приспособления определяется размерами  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $T_1$  между базовыми отверстиями в шаблоне. Опоры шаблона устанавливают в такое положение, чтобы шаблон располагался по осям приспособления и свободно устанавливался по отверстиям БО на все три штифта 8 на правой и левой сторонах приспособления.

Установив и закрепив болтами опоры на плите, на них кладут шаблон. По вырезам в шаблоне определяют точное положение внешних и внутренних фиксаторов.

Так, например, внешний фиксатор 9 устанавливают на плиту с помощью болтов 10 (меньшего диаметра) или трубочин и добиваются получения при заданном размере  $H$  размера  $Z$  подбором толщины прокладки 11.

Затем регулируют положение фиксатора 9, так чтобы кромка выреза в шаблоне по наружному контуру профиля 0/3 (так называемая рабочая кромка выреза в шаблоне) совпадала с опорной поверхностью 12 фиксатора. В этом случае вырез в шаблоне и опорная поверхность фиксатора должны лежать на одной прямой  $x-x$ . Отрегулировав таким образом положение фиксатора, его фиксируют штифтами 14 и закрепляют болтами на плите.

Рассмотрим в качестве примера проектирование ССП для предварительной сборки групп панелей носового отсека фюзеляжа (рис. 3.12).

Носовой отсек состоит из восьми панелей I — VIII, каждая панель состоит из стыкового профиля, обшивки, стрингеров и секций шпангоутов. Размеры панелей приведены в табл. на рис. 3.12.

Сборку панелей намечено производить с базированием по СО. Панели объединены в две группы.

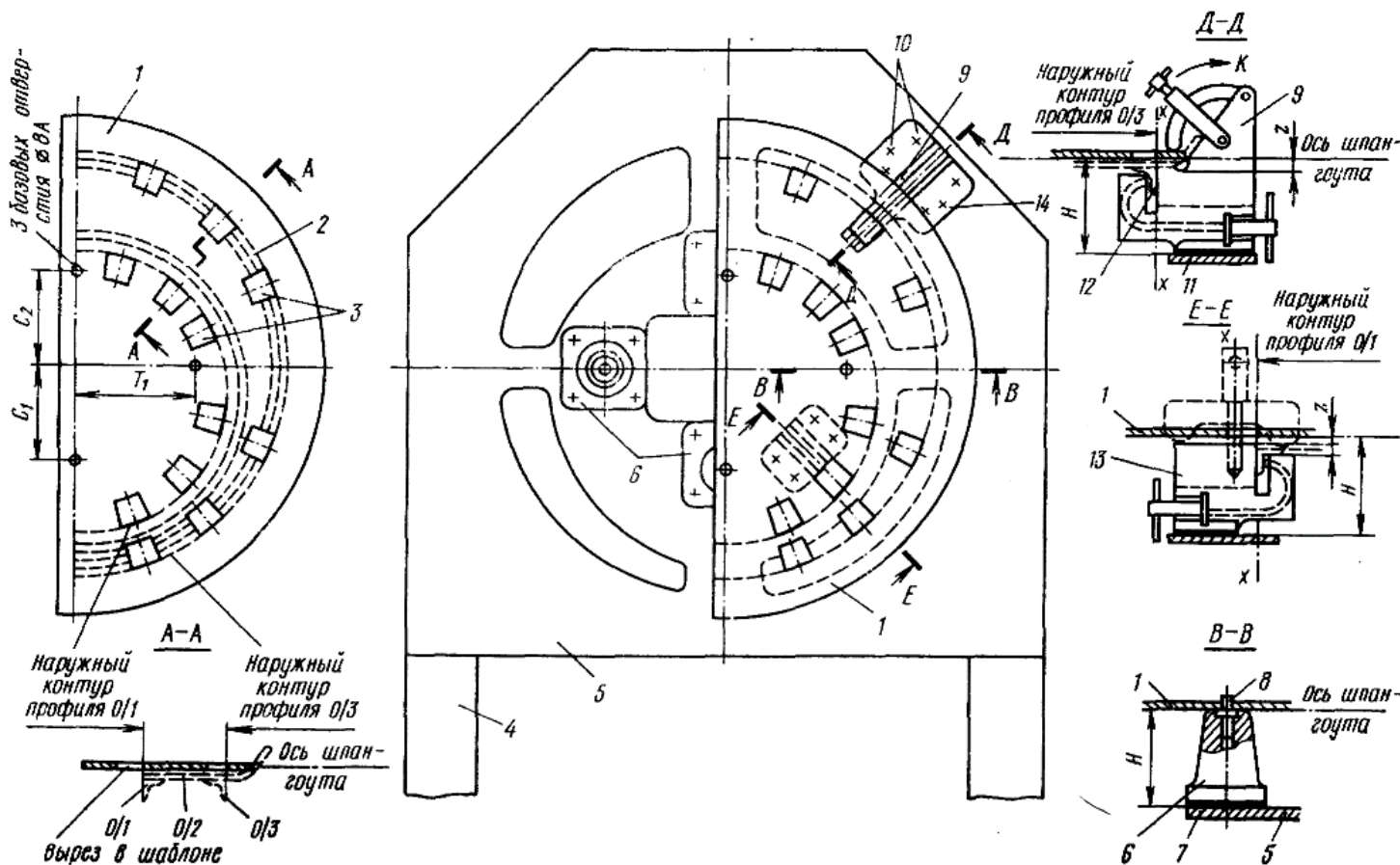


Рис. 3.11. Шаблон ШМФ и приспособление для сборки шпангоута, собранное по этому шаблону

Таким же способом устанавливают все остальные внешние и внутренние фиксаторы. При установке внешнего фиксатора прижим отводят в исходное положение, показанное стрелкой  $K$  (сеч.  $D-D$ ), а при установке внутреннего фиксатора 13 прижим снимают. После установки всех фиксаторов шаблон снимают. С помощью шаблона ШМФ монтируют и переналаживаемые приспособления на столах с пазами (см. рис. 2.7).

### Проектирование, монтаж и наладка специализированных сборочных приспособлений

Проектирование ССП включает следующие работы:

- технологическая проработка чертежей изделия и комплектование групп собираемых узлов и панелей;
- разработка конструкции ССП и схем наладок;
- изготовление элементов ССП;
- монтаж ССП.

Объем и содержание этих работ зависит от конструкции собираемых групп узлов и панелей.

Первая группа панелей I — IV.

Вторая группа панелей V — VIII.

Для каждой группы установлены типовые представители панелей. В качестве типового представителя выбраны наиболее длинные панели, этим панелям приданы и наибольшие размеры  $H_2$  и  $h_2$ . По чертежу отсека типовыми представителями являются панель IV (панель 1-й группы) с размерами  $L_2 = 3000$  мм;  $H_2 = 700$  мм,  $h_2 = 65$  мм и панель 2-й группы VI, по размерам одинаковая с панелью IV.

Сборку панелей намечено производить в двух приспособлениях ССП: в одном — панелей I — IV, во втором — панелей V — VIII. На рис. 3.13 приведено ССП для сборки группы панелей, т. е. панелей I — IV.

Приспособление сконструировано из стандартизованных элементов (см. рис. 2.5 и табл. 2.3—2.25). Размеры приспособления определены по следующим формулам:

$$H_n = H_2 + (d_1 + d_2) = 100 \cdot n, \quad (3.2)$$

$$H_5 = H_n + 300 \text{ мм}, \quad (3.3)$$



где  $H_B$  — расстояние между осями монтажных отверстий ложементов и плит стыка;  $H$  — наибольшая ширина панели в данной группе,  $d_1$  и  $d_2$  — припуски на законцовки ложементов  $d_1 + d_2 = 200 \dots 400$  мм;  $H_0$  — расстояние между осями базовых отверстий нижней и верхней балки;  $n$  — целое число.

$$b_0 = z + b + h_s,$$

где  $b_0$  — расстояние от оси  $O-O$  вилок до колонны;  $z$  — гарантированный зазор,  $z = 50$  мм;  $b$  — ширина ложементов 100—200 мм,  $h_s$  — наибольшая стрела прогиба панели в данной группе.

навливают по осям шпангоутов 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Количество и положение ложементов для каждой входящей в группу панели показано на рис. 3.12 и 3.13. Например, для сборки панели I устанавливают ложементы по шпангоутам 6, 7, 8, 9 с размерами 1800, 2100, 2400, 2800 мм от базовой точки отсчета — «0». Кроме того, на плиту стыка устанавливается сменный стыковой обод, соответствующий расположению отверстий под стыковые болты в панели I.

Этот стыковой обод крепится к плите стыка болтами, вставленными в крепежные отверстия — КО.

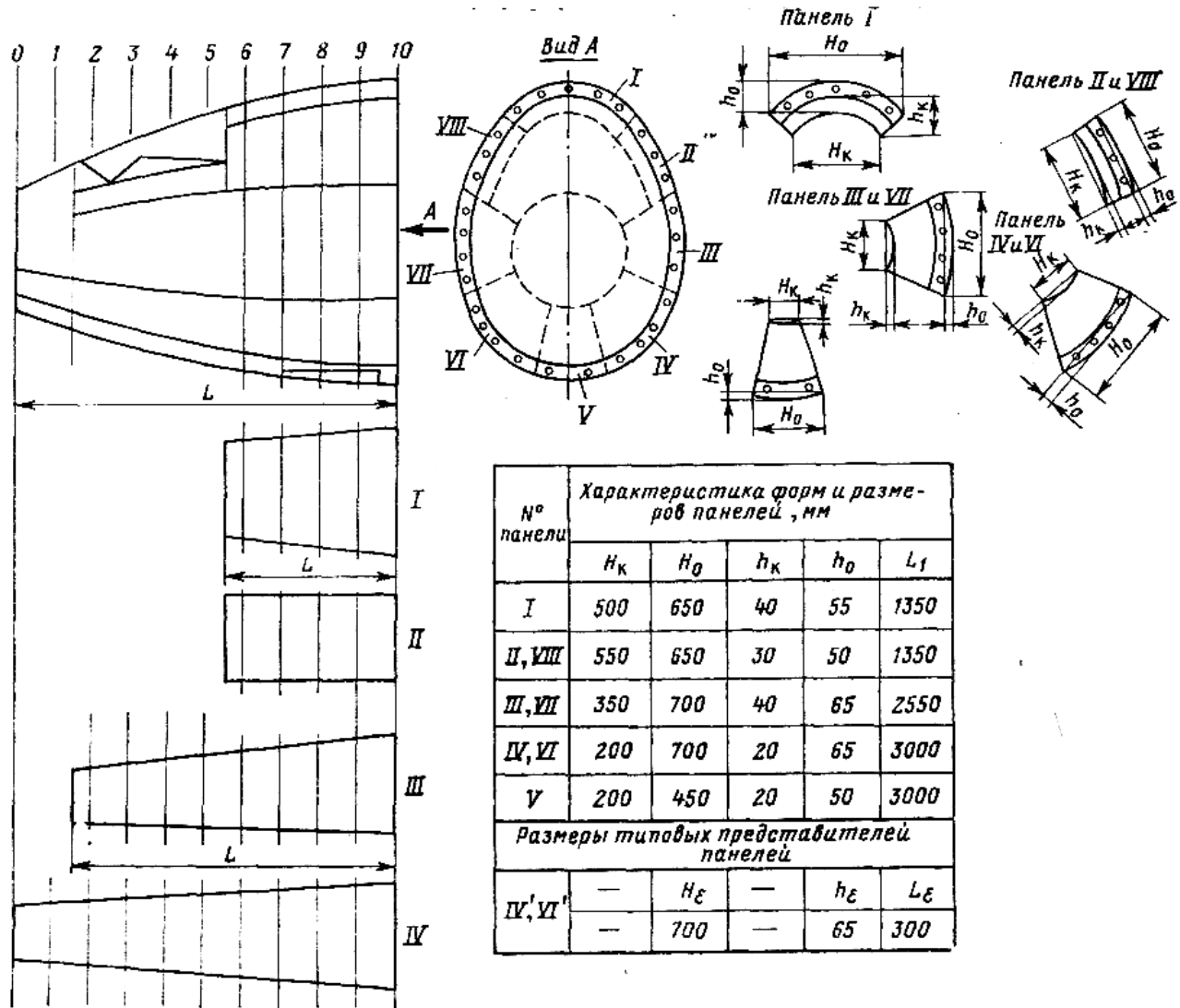


Рис. 3.12. Новый отсек фюзеляжа

Приспособление сконструировано в виде двух зон, отличающихся размерами ложементов. В первой зоне размер между осями монтажных отверстий  $H_{B.1}$  меньше, чем во второй зоне.

Монтажные отверстия ложементов и плиты стыка в первой и второй зоне расположены в одной вертикальной плоскости  $O-O$ .

При проектировании и изготовлении ложементов размеры от осей отсека и базовых отверстий БО располагают так, чтобы при монтаже приспособления обеспечить требуемое положение ложементов в соответствующих зонах приспособления. На рис. 3.13 показаны примеры координации МО в ложементов для различных деталей. Ложементы уста-

Координация крепежных отверстий КО в сменных ободах и плите стыка показана на рис. 3.13. В соответствии с принятым методом базирования сборки проводят в следующей последовательности: устанавливают обшивку и прижимают ее к ложементам присосками, расположенными в ложементов, устанавливают стыковой профиль по отверстиям ОСБ, а затем по СО устанавливают стрингеры и шпангоуты. После постановки контрольных заклепок или болтов (15—20% от общего количества) панель снимают и передают на следующий этап сборки.

После сборки требуемого количества партии панелей данного типа снимают с каркаса ложементы

и стыковой обод. Для сборки панели другого размера устанавливают новый комплект ложементов и стыковой обод. Исходя из программы выпуска панелей, продолжительности цикла сборки и сменности работы составляют цикловой график последовательности сборки панелей и загрузки ССП.

Такого же типа приспособление проектируют и для сборки панелей второй группы.

данным координатных таблиц путем перестановки базирующих элементов и фиксации их штырями на координатных линейках. Проектирование специализированных сборочных приспособлений для сборки плоских узлов-шпангоутов, нервюр, лонжеронов (см. рис. 2.6 и 2.7) проводится в следующей последовательности: комплектование групп узлов, выбор типового представителя группы, нанесение

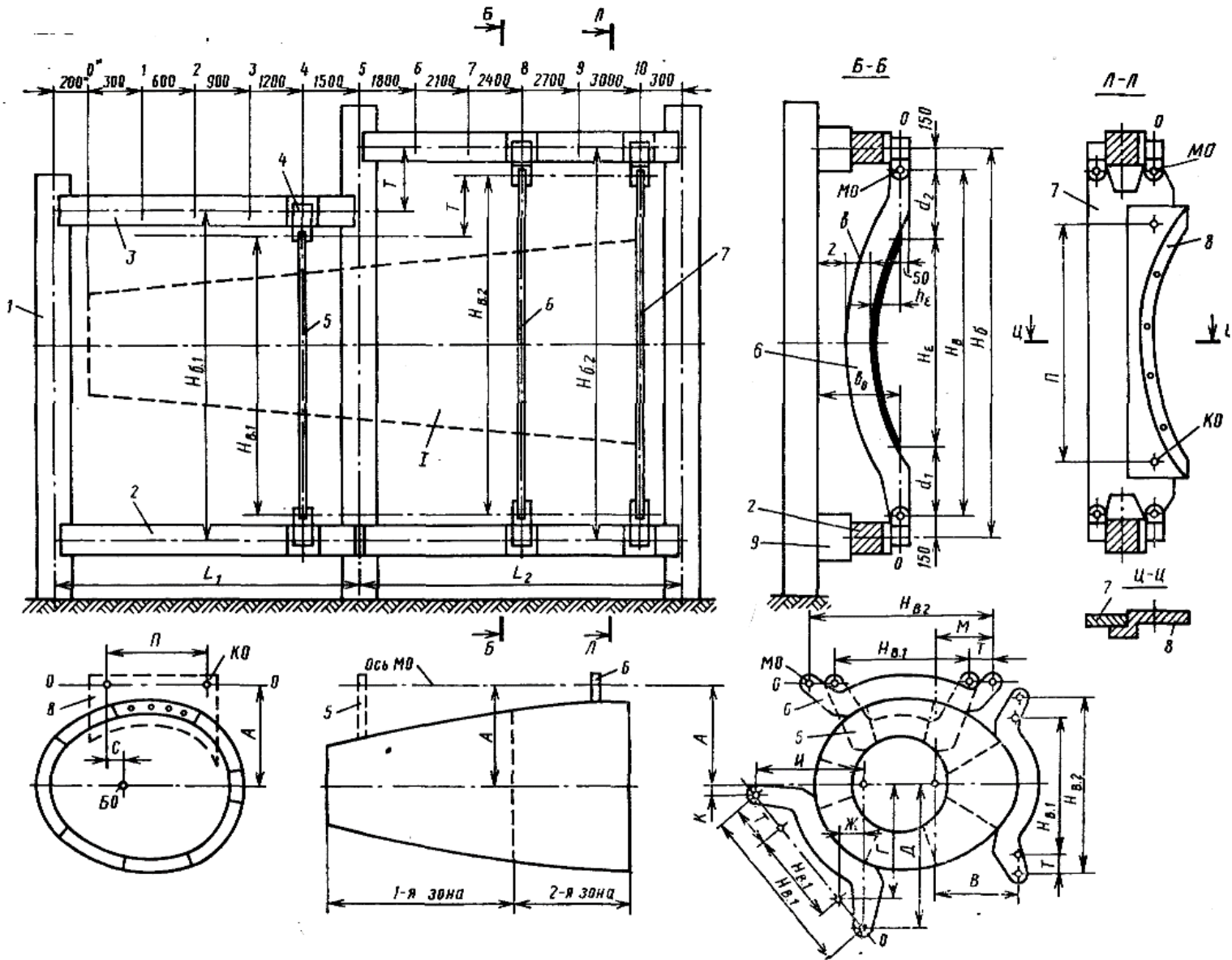


Рис. 3.13. Специализированное сборочное приспособление для сборки группы панелей носового отсека фюзеляжа:

1—колонна с базовыми плитами балок; 2, 3—балки; 4—стакан; 5—ложемент в 1-й зоне; 6—ложемент во 2-й зоне; 7—плита стыка; 8—сменный обод плиты стыка; 9—переходник;  $L_1$  и  $L_2$ —расстояние между центрами базовых плит колонн в первой и второй зоне

Монтаж каркаса и балок приспособления ССП производят с помощью оптических приборов, т. е. так же, как монтаж приспособлений СРП. Вертикальное положение колонн по линии базовых отверстий в плитах и по оси  $O-O$  устанавливают с помощью теодолита.

Горизонтальное положение балок по линии базовых отверстий в базовых плитах балок устанавливают с помощью нивелира, прибора ППС-11 или лазера. При выполнении этих монтажных операций целевые знаки устанавливают в отверстия базовых плит. Переналадку приспособления производят по

на чертеж фиксаторов и составление таблицы координат фиксаторов. На основании этих данных вычерчивают схему приспособления (см. табл. 2.25) и комплектуют его из нормализованных деталей и элементов (см. рис. 2.14 и 2.21 и табл. 2.18, 2.19, 2.22), составляют комплектующую ведомость, в которой указывают наименование и типоразмеры нормализованных деталей и элементов для каждого собираемого узла.

В качестве примера на рис. 3.14 показано расположение фиксаторов при сборке в ССП двух шпангоутов. Для шпангоутов  $A$  и  $B$  приведены таблицы



## ГЛАВА 4

# РАЗДЕЛОЧНЫЕ И СТЫКОВОЧНЫЕ СТЕНДЫ

### 1. РАЗДЕЛОЧНЫЕ СТЕНДЫ, МЕТОДИКА ИХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОНТАЖА

После сборки отсека или агрегата в приспособлении фактические размеры, определяющие положение стыковых узлов и отверстий под стыковые болты, выходят за пределы допусков. Это происходит вследствие возникновения различного вида производственных погрешностей, вызываемых деформацией деталей изделия и элементов сборочного приспособления. Все это приводит к нарушению взаимозаменяемости стыкуемых отсеков и агрегатов.

Для обеспечения взаимозаменяемости отсеков и агрегатов после их сборки производят обработку разъемов и стыков в специальных разделочных стендах.

На схемах увязки оснастки при образовании вильчатых и фланцевых стыков возможны два варианта стыковки отсеков.

В одном из вариантов отверстия ОСБ и стыковые плоскости обрабатывают в окончательный размер по кондукторной плите (КП), затем детали стыков поступают на сборку в приспособление, а собранный отсек на стыковку.

Во втором случае отверстия ОСБ и стыковые плоскости обрабатывают по кондукторной плите предварительно, детали стыка с предварительной обработкой поступают на сборку отсека. Собранный отсек после сборки поступает в разделочный стенд для обработки ОСБ и стыковых узлов, а затем производят стыковку отсеков (см. рис. 3.5).

Сборку без разделки применяют при жестких монолитных стыках или постановке стыковых болтов с большим зазором.

В том случае, когда стык имеет большие габариты (диаметр) и состоит из нескольких секций или стыковых узлов, разделка стыка в разделочном стенде является обязательной операцией.

При производстве самолетов и вертолетов применяют специальные и универсальные разделочные стенды. Специальный стенд предназначен для обработки одного конкретного типоразмера отсека или агрегата, универсальный стенд — для обработ-

ки однотипных групп отсеков и агрегатов. При переходе с обработки одного типоразмера отсека (агрегата) на другой производят не полный демонтаж стенда, а только его переналадку.

Разделочный стенд в общем виде представляет собой пространственную конструкцию, которая состоит из базирующих элементов для установки и закрепления изделия, кондукторов и металлообрабатывающих станков.

На рис. 4.1 показан специальный разделочный стенд, спроектированный для предварительного сверления отверстий под заклепки (болты) технологического стыка и обработки-разделки узлов крепления гондол двигателей на фюзеляже.

Хвостовой отсек фюзеляжа 18 поступает в разделочный стенд в собранном виде, пазы и отверстия под стыковые болты в узлах 19 обработаны предварительно, отверстия под заклепки технологического стыка не просверлены. В отсеке просверлены отверстия УБО, в которые вставляют штыревые фиксаторы 16.

В разделочном стенде необходимо провести следующие работы:

просверлить отверстия под заклепки с шагом по углу  $\gamma$  на расстоянии  $x$  от кромки стыка;

обработать пазы в узлах 19 под окончательные размеры  $F$  и  $t$  на расстоянии между их осями  $l, k$ ,

обработать — разделить в узлах 19 отверстия ОСБ диаметром  $d$  под размеры  $H, L, k$  между их центрами.

При проектировании стенда вычерчивают хвостовой отсек в рабочем положении в нескольких проекциях. Наносят на чертеж размеры  $x, \gamma, l, F, k, H, L, t$ . Проектируют базирующие ложементы 17, 20 и закрепление их на балках 36. Прорабатывают конструкцию фиксирующего кольца 12, установку этого кольца на отсек и базирование кольца с отсеком фиксатором 16 на ложементе по УБО. Кольцо 12 имеет отверстия для выхода сверла и состоит из двух частей, соединяемых болтами 43. Кольцо вместе с отсеком закрепляют на ложементе прижимной лентой 13. В торце кольца просверлены фиксирующие отверстия по шагу отверстий под заклепки — угол  $\gamma$ .

Отсек на ложемент 20 устанавливают так же, как и на ложемент 17. Фиксируют отсек на ложементе 20 фиксатором 16 и прижимают лентой 13. Для большей устойчивости отсека при обработке узлов 19 на ложементе 20 предусматривают подводимые опоры 28. Подводимые опоры подводят под нижние узлы 19 после закрепления отсека лентами 13

отверстий в траверсе и кольцо 12, а затем вставляя фиксатор 10.

В таком положении траверсы включают в работу головку 15, включают электродвигатель 7, от которого через систему передач каретка 9 вместе с головкой 15 перемещается вдоль траверсы. При перемещении головки сверлом 14 сверлят

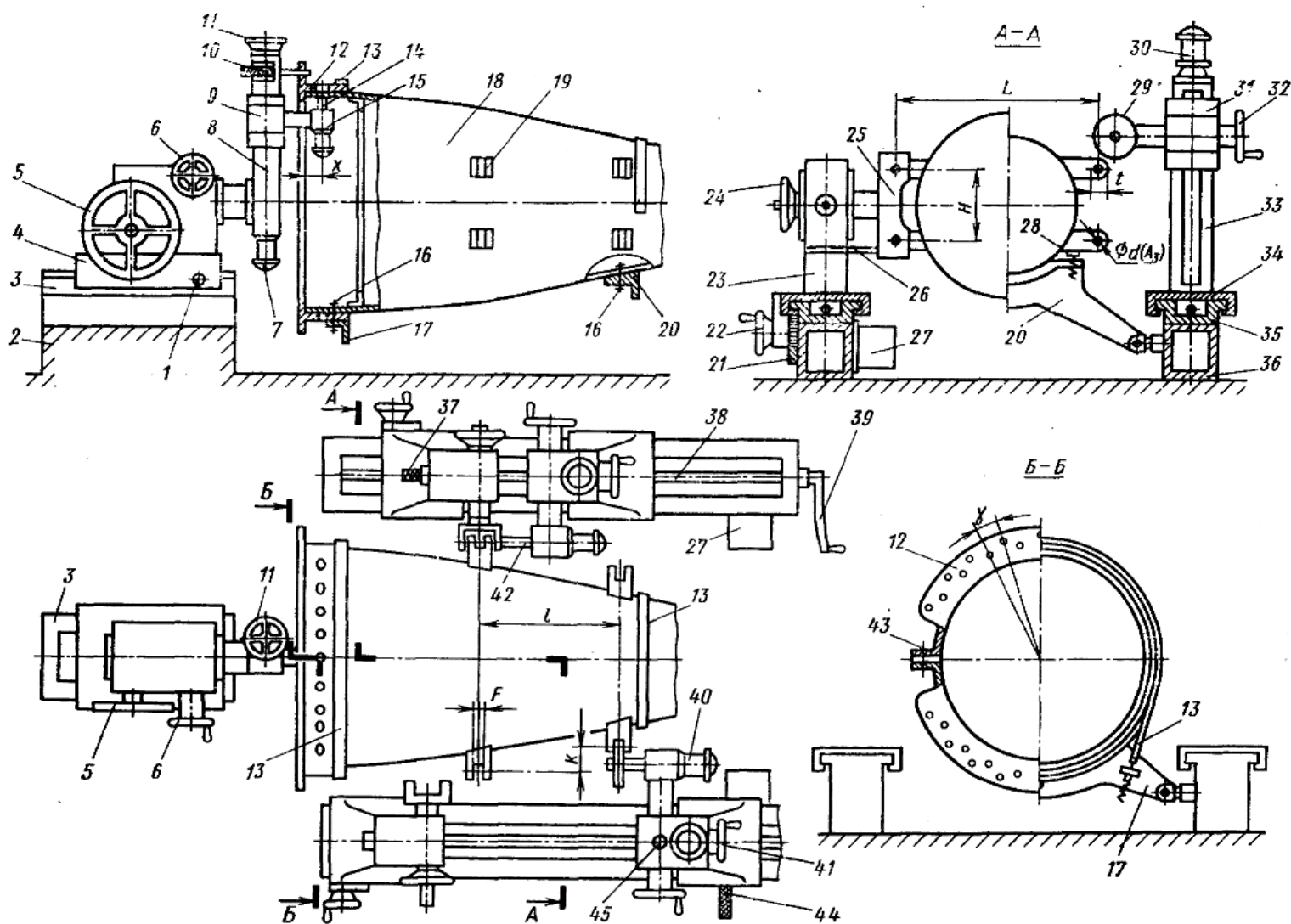


Рис. 4.1. Разделочный стенд для обработки отверстий под заклепки (болты) технологического стыка и узлов крепления гондол двигателей на фюзеляже:

1, 10, 16, 37, 44, 45—штыревые фиксаторы; 2—фундамент; 3—станина; 4—основание; 5, 6, 11, 22, 24, 32, 39, 41—штурвалы и рукоятки управления; 7, 27, 30, 40—электродвигатели; 8—траверсы; 9, 31—каретка; 12—фиксирующее кольцо; 13—прижимная лента; 14—сверло; 15—сверлильная головка; 17, 20—ложементы; 18—хвостовой отсек фюзеляжа; 19—узел навески гондолы двигателя; 21—зубчатая рейка; 23—основание кондуктора; 25—кондукторная головка; 26—пиноль; 28—подводимая опора; 29—фреза; 33—колонна сверлильно-фрезерного станка; 34—суппорт; 35—направляющие основания кондуктора и суппорта сверлильно-фрезерного станка; 36—балка; 38—ходовой винт; 42—зенкер, развертка; 43—болт

к ложементам 20. После проработки, базирования и закрепления отсека в стенде компонуют из нормализованных элементов кондукторы и сверлильные головки для обработки отверстий и пазов.

Для сверления отверстий под заклепки сконструирован сверлильный агрегат, который состоит из основания 4, траверсы 8 и сверлильной головки 15. На размер  $x$  (расстояние центров отверстий от кромки) сверлильный агрегат устанавливают штурвалом 5, а затем закрепляют от перемещения фиксатором 1. Траверсу поворачивают по окружности штурвалом 6 до совпадения фиксирующих

отверстия в обшивке отсека. После окончания сверления одного отверстия отводят головку из зоны сверления, выключают электродвигатель головки 15 и электродвигатель 7. Поворачивают траверсу штурвалом 6 в следующую рабочую позицию на угол  $\gamma$ , сверлят следующее отверстие и т. д.

При двухрядном клепаном шве головку 15 устанавливают на размер  $x_1$  путем перемещения основания 4 штурвалом 5 и установки фиксатора 1 в другое базовое отверстие станины 3. Так как отверстия под заклепки сверлят предварительно меньшего диаметра, то сверление можно производить

без кондуктора, коротким сверлом. Для разделки отверстий под стыковые болты и пазов в узлах стыка предусмотрено использование сверлильно-фрезерной головки и специальной кондукторной головки.

Отверстия под стыковые болты в рассматриваемом примере выполняют по третьему классу точности диаметром  $d(A_3)$ . Для обеспечения требуемой точности отверстия инструменты (зенкеры, развертки) имеют переднее и заднее направление. Такое двухстороннее направление осуществляется кондукторной головкой 25 (см. рис. 4.1). Кондукторная головка смонтирована на основании кондуктора 23 и имеет возможность перемещаться для установки в рабочее положение (размер  $L$ ) с помощью штурвала 24. В рабочем положении по размеру  $L$  головку закрепляют фиксатором 37. Основание кондуктора 23 с помощью штурвала 22 перемещают вдоль стенда для установки кондукторной головки на размер  $l$ . В вертикальном положении от поворота вокруг горизонтальной оси кондукторная головка фиксируется с помощью пинноли 26. Сверлильно-фрезерная головка установлена на колонне 33 и может перемещаться вручную от штурвала 32 вправо и влево, а от штурвала 41 вверх и вниз по колонне. Кроме того предусмотрена механическая подача при фрезеровании путем перемещения каретки с головкой по колонне 33 от электродвигателя 30.

Механическая подача при зенкероании и развертывании производится путем перемещения колонны 33 по направляющим 35 от электродвигателя 27.

Установку сверлильно-фрезерной головки в рабочую позицию для зенкерования и развертывания отверстий производят вручную рукояткой 22 и штурвалами 32, 41. После этого включают механическую подачу от электродвигателя 27. Зенкерование и развертывание производят зенкерами и развертками с захватами для плавающего патрона. При фрезеровании пазов под размер  $F$  в сверлильно-фрезерную головку устанавливают фрезу 29. В рабочую позицию колонну с головкой подводят рукояткой 39. В этом положении суппорт 34 закрепляют относительно направляющей 35 фиксатором 44, а головку на каретке — фиксатором 45. При фрезеровании каретка 31 с головкой перемещается вниз от электродвигателя 30. В рассмотренном стенде можно одновременно обрабатывать отверстия ОСБ с правой стороны, обрабатывать пазы с левой стороны и сверлить отверстия под заклепки технологического стыка.

Можно выполнять указанные операции и последовательно.

Изготовление деталей и элементов разделочного стенда. Специфическими деталями рассматриваемого стенда являются: ложементы, кондукторные головки, фиксирующее кольцо. Эти детали изготавливают для каждого типоразмера собираемого отсека. Остальные детали и элементы стенда не связаны с конструкцией обрабатываемого изделия, они являются нормализованными или изготавливаются по чертежам машиностроительными методами. Процесс изготовления базисных элементов стенда зависит от метода

монтажа стенда и принципа увязки технологической оснастки при изготовлении деталей и сборке отсека.

При применении эталонно-шаблонного метода монтажа сборочного приспособления для отсека разделочный стенд собирают по монтажному эталону. При применении координатных стендов и оптических приборов для монтажа сборочного приспособления этим же методом собирают и разделочный стенд.

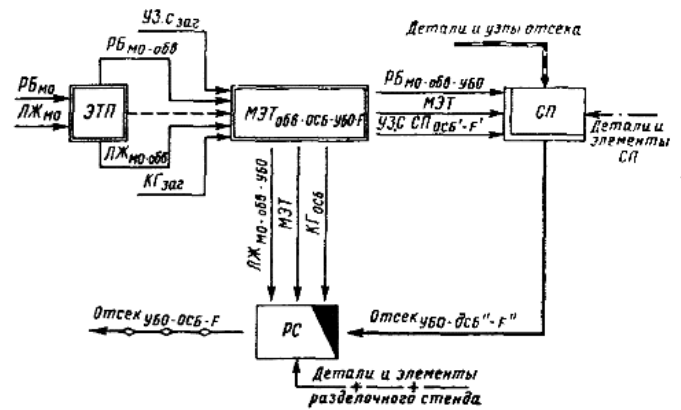


Рис. 4.2. Схема изготовления элементов РС, увязки оснастки и последовательности монтажа разделочного стенда с помощью монтажного эталона:

РБ<sub>МО</sub>—рубильник с монтажными отверстиями; РБ<sub>МО-ОБВ</sub>—рубильник с МО и обработанным обводом; РБ<sub>МО-ОБВ-УБО</sub>—рубильник с МО, обводами и установочными базовыми отверстиями; то же ложемент; УЗ.С<sub>заг</sub>—узел стыка сборочного приспособления заготовки; УЗ.С<sub>осб'-F</sub>—узел стыка сборочного приспособления с отверстиями ОСБ и пазами F предварительного размера; КГ<sub>заг</sub>—кондукторная головка, заготовка; КГ<sub>ОСБ</sub>—кондукторная головка с отверстиями ОСБ; МЭТ<sub>ОБВ-ОСБ-УБО-F</sub>—монтажный эталон с обводами, отверстиями ОСБ и УБО и обработанными в размер F пазами; СП—сборочное приспособление; ОТСЕК УБО—ОСБ'-F''—отсек с отверстиями УБО и предварительно обработанными ОСБ и пазами по размеру F; ОТСЕК УБО—ОСБ'-F—отсек с окончательно обработанными пазами по размеру F, разделенными отверстиями ОСБ и отверстиями УБО (для установки в стыковочный стенд)

На рис. 4.2 приведена схема изготовления элементов РС, увязки оснастки и последовательность монтажа разделочного стенда с помощью монтажного эталона. В соответствии с этой схемой обводы рубильников и ложементов получают по эталону поверхности ЭТП. Рубильники и ложементы с предварительно обработанными (литыми) обводами и просверленными МО поступают на ЭТП. По ЭТП методом слепка получают обводы рубильников и ложементов, а по монтажному эталону в них сверлят отверстия под УБО. По монтажному эталону в заготовке кондукторной головки — КГ<sub>заг</sub> и заготовках узлов стыка сборочного приспособления — УЗ. С<sub>заг</sub> образуют отверстия ОСБ.

После обработки рубильники и узлы стыка поступают на монтаж сборочного приспособления — СП, ложементы — на монтаж разделочного стенда. Проводят монтаж сборочного приспособления, а затем в нем собирают отсек. Собранный отсек с предварительно просверленными ОСБ, предварительно обработанными узлами стыка по размеру

$F$  и просверленными отверстиями УБО поступает в разделочный стенд.

Монтаж разделочного стенда. При монтаже разделочного стенда предварительно устанавливают в каркас стенда монтажный эталон, а по МЭТ устанавливают ложементы, фиксируя их положение по УБО фиксаторами, вставленными в ложементы и МЭТ, а затем ложементы закрепляют в стаканах балок. Монтируют на балки направляющие для суппортов кондуктора и сверлильно-фрезерного станка. Предварительно устанавливают на направляющие кондуктор и станок. Точную установку кондукторных головок на размер  $L$  проводят в следующем порядке: подводят кондукторную головку к МЭТ, вводят в отверстия ОСБ кондуктора и МЭТ фиксаторы (сверху и снизу, размер  $H$ ), а затем сверлят в основании кондуктора отверстие под фиксатор 37 (см. рис. 4.1). Так устанавливают кондукторные головки для всех узлов стыка. Наличие фиксирующих отверстий с фиксаторами 37 позволяет устанавливать в рабочее положение кондукторные головки при обработке ОСБ. При зенкеровании и развертывании головку с инструментом 42 подводят в зону обработки вручную. Установку (монтаж) станка в положение для фрезерования проводят так: устанавливают на шпиндель вместо фрезы монтажный диск (размер по ширине равен  $F$ , а по диаметру —  $D_{\text{фрезы}}$ ), вводят этот диск в паз узла монтажного эталона и сверлят в этом положении отверстия в каретке и суппорте для фиксаторов 44 и 45. Перемещают суппорт 34 на размер  $l$ , устанавливают монтажный диск в паз стыкового узла МЭТ и сверлят фиксирующие отверстия для установки суппорта в рабочее положение для обработки другой пары стыковых узлов отсека. Фиксирующее кольцо 12 (см. рис. 4.1) обрабатывают на универсальных металлообрабатывающих станках. Установку кольца на отсек по УБО производят с помощью обычного слесарного инструмента.

Монтаж разделочного стенда при помощи координатных стендов и оптических приборов рассмотрим на примере стенда для обработки стыка крыла.

При монтаже разделочного стенда при помощи плаз-кондуктора и инструментального стенда координаты его основных базовых параметров задаются в прямоугольной системе. Для установки балок стенда в требуемое положение применяют оптические приборы. Одно из сечений стенда принимается за базовое и относительно него координируются положения всех конструктивных элементов стенда.

На рис. 4.3 приведен разделочный стенд для обработки стыка крыла, изображенного на рис. 1.13. Базовыми осями разделочного стенда служат: хорда корневой нервюры — ось  $S-S$ , линия хорд — ось  $T-N$ , строительная горизонталь крыла — ось  $T-T$ , ось  $y-y$  и ось  $z-z$  в плоскостях корневой нервюры в двух ее проекциях.

Оси  $S_1-S_1$  и  $S_2-S_2$  параллельны оси  $S-S$ , а оси  $T'-T'$  параллельны оси  $T-T$ .

От базовых осей координированы следующие базовые элементы разделочного стенда: БО в сечениях крыла, МО в рубильниках, прижимах и кондукторных плитах. Размеры между осями базовых

и монтажных отверстий принимают кратными 50 мм, что позволяет для изготовления элементов и монтажа разделочного стенда использовать координатные стенды. Взаимная координация обводов крыла, рубильников и плиты разделочного стенда задана от единых баз — базовых отверстий у корневой нервюры вдоль оси  $S-S$ .

Размеры  $L_0$  в сечениях по нервюрам  $H_1, H_2, H_3, H_4$  приняты одинаковыми. Размеры  $D$  между центрами БО и центрами монтажных отверстий в рубильниках в сечениях по нервюрам  $H_1, H_2, H_3, H_4$  заданы также одинаковыми. Это позволяет определять размеры  $C_2, C_3, C_4$  превышения хорд нервюры  $H_2, H_3, H_4$  относительно хорды корневой нервюры  $H_1$  и установить обрабатываемое крыло по углу поперечного  $V$ . Конструктивные элементы разделочного стенда изготавливают и монтируют в следующем порядке. На плаз-кондукторе устанавливают шаблон ШП, рубильник и прижим, соответствующие нервюре  $H_1$  (см. рис. 4.3). Затем в рубильники и ложементы устанавливают втулки для соединения их с балками и плитой разделочного стенда. Так, например, втулки, устанавливаемые по размерам  $A_1$  и  $B_1$ , служат для соединения рубильника 1 и прижима 2 с вертикальной балкой 3. По размерам  $e_1, e_2$  и  $D$  устанавливают втулки для крепления рубильника к горизонтальной балке 4, а по размерам  $Ж_1, f_1$  и  $Ж_2, f_2$  устанавливают втулки для установки плиты разделочного стенда на рубильнике и прижиме. В таком же порядке устанавливают и закрепляют втулки в рубильниках и прижимах, расположенных в сечениях нервюры  $H_2, H_3, H_4$ . Пример простановки размеров в сечениях этих нервюр показан на сеч.  $B-B$  (см. рис. 4.3).

Вилки в балках 3 и 4 устанавливают на инструментальном стенде. Балки фундамента устанавливают при помощи рулетки, нивелира и теодолита. Сначала положение балок регулируют по длине стенда в соответствии с размерами  $z_1, z_2$  и  $z_3$ , затем нивелиром регулируют положение балок по высоте в соответствии с размерами  $C_2, C_3$  и  $C_4$  и, наконец, по горизонту по оси  $S_1-S_2$ .

Далее теодолитом выверяют положение балок по вертикали.

При использовании нивелира и теодолита измерительными базами являются монтажные отверстия в вилках балок, в которые вставляют целевые знаки. На балки устанавливают рубильники, прижимы, плиту разделочного стенда и механизмы 5 для перемещения прижимов. Вертикальную ось  $O-O$  станка 6 устанавливают параллельно вертикальной оси стенда  $y-y$ , а горизонтальную — параллельно оси  $z-z$ .

Допуск на непараллельность осей  $O-O$  и  $y-y$  и горизонтальной оси станка относительно плоскости  $z-z$  составляет 0,02 мм на 1000 мм длины.

После выполнения всех монтажных и регулировочных работ разделочный стенд используют для обработки стыка крыла, включающей две операции: обработку торцевой поверхности, т. е. снятие припуска  $\delta$  (см. сеч.  $B-B$  на рис. 4.3), и разделку отверстий под стыковые болты (см. узел 1). Крыло 7 устанавливают на рубильниках 1 и его положение регулируют таким образом, чтобы:

торец крыла доходил до упора 8 (сеч. В—В); контрольные штифты 9 входили в предварительно просверленные отверстия под стыковые болты; нивелировочные точки 10 на крыле совпадали с точками на кронштейне 11 рубильника по нервюре  $H_4$  (см. узел II, рис. 4.3). После установки в разде-

мого изделия с элементами разделочного стенда необходимо в схемы увязки оснастки рис. 3.5 и 3.6 включить цепь размеров, связанных с изготовлением плиты разделочного стенда (рис. 4.4).

Требования к разъемам и стыкам по точности и классу обработанности

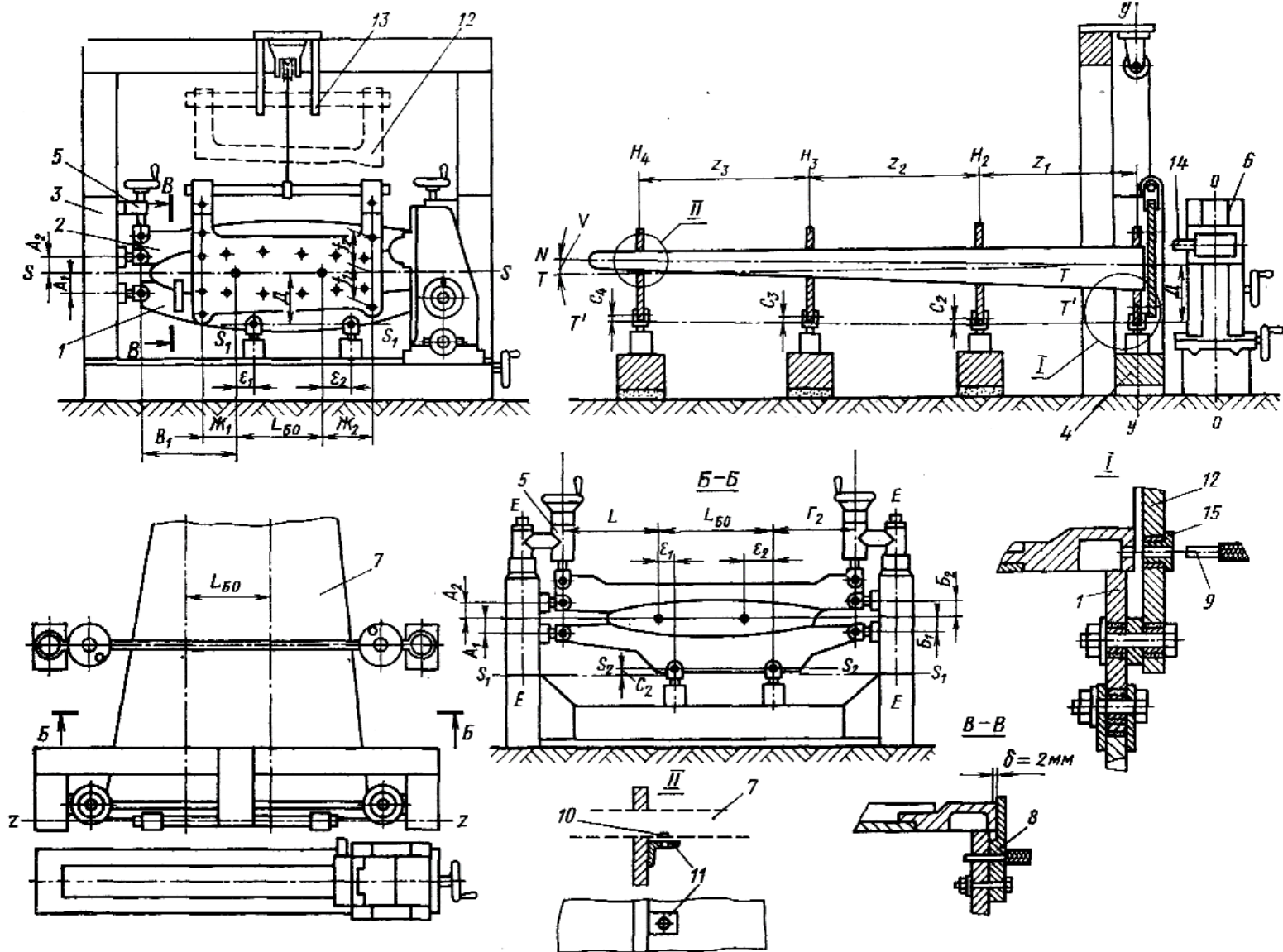


Рис. 4.3. Разделочный стенд для обработки стыка крыла, собранный при помощи координатных стендов и оптических приборов:

1—рубильник; 2—прижим; 3—вертикальная балка; 4—горизонтальная балка; 5—механизм прижима; 6—станок; 7—крыло; 8—упор; 9—штифт; 10—нивелировочная точка; 11—кронштейн; 12—плита разделочного стенда; 13—кронштейн для крепления ПРС; 14—шпиндель станка; 15—кондукторная втулка

лочном стенде крыло с помощью механизмов прижима 5 закрепляют прижимами 2, при обработке торцевой поверхности стыка плиту разделочного стенда 12 поднимают вверх и закрепляют на кронштейнах 13.

Обрабатывают стык торцевой фрезой, устанавливая ее в шпиндель станка 14. Для обработки отверстий ОСБ плиту разделочного стенда 12 закрепляют относительно рубильника и прижима (см. узел I на рис. 4.3). Обработку ведут через сменные кондукторные втулки 15, причем кондукторные втулки, режущие и контрольные инструменты меняются в соответствии с принятым процессом обработки. Для увязки размеров и формы собирае-

ты поверхности зависят от класса точности и характера посадки болтов в стыковые отверстия. Наиболее распространена посадка болтов в отверстия по второму и третьему классу точности, т. е. посадки  $A/X$ ,  $A_3/C_3$ ,  $A_3/X_3$ . В табл. 4.1 приведены требования к стыкам и разъемам при посадке болтов  $A_3/X_3$ . Обработку отверстия и пазов в узлах разъемов и стыков производят в несколько переходов, число которых зависит от марки материала, из которого изготовлен узел стыка, и требуемой точности при обработке пазов и отверстий.

В табл. 4.2 приведены в качестве примера некоторые диаметры сверл, зенкеров и разверток, применяемых по переходам при обработке узлов из



алюминиевых сплавов и хромансильевой стали. Так, при обработке отверстий под стыковые болты процесс обработки проводят по схеме, представ-

ленной на рис. 4.5. Процесс обработки отверстий в стыковом шпангоуте (профиле) включает операции контроля совпадения центров отверстий в шпангоуте и в плите разделочного стенда, разделки отверстий ОСБ до требуемого размера и вторичного контроля совпадения полученных ОСБ с отверстиями в плите разделочного стенда. Разделку производят в следующей последовательности.

Устанавливают и закрепляют отсек в разделочном стенде. В плите 1 первая операция контрольная (см. рис. 4.5, а, б) — в запрессованные в ПРС втулки вставляют оправку 2 со штырями требуемого диаметра, которые должны входить в отверстия шпангоута 3. Вторая операция (см. рис. 4.5, в, г, д, е) — разделка отверстия в стыковом шпангоуте носового отсека через отверстие в ПРС, в которое вставляют направляющую втулку 4. Через эту втулку последовательно производят зенкерование (двумя зенкерами диаметром 10 и 11,8 мм) и развертывание (двумя развертками диаметром 11,9 и 12 С<sub>3</sub>).

Третья операция — контроль (см. рис. 4.5, ж) — направляющую втулку 4 удаляют, для контроля положения и размера отверстия вставляют оправку 5 со штырем диаметром 12 С<sub>3</sub>. Описанная последовательность операций соблюдается при обработке каждого из отверстий ОСБ шпангоута. Конструкция применяемых кондукторных головок и рабочих инструментов зависит от конструкции обрабатываемого стыкового узла. На рис. 4.6 при-

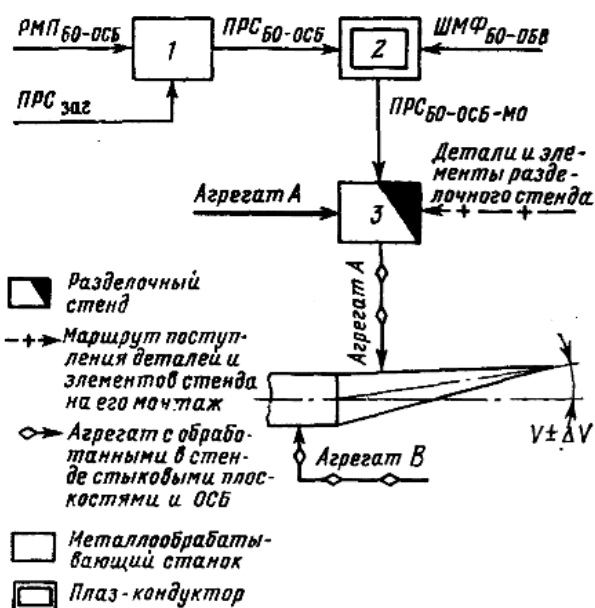


Рис. 4.4. Схема изготовления плиты ПРС:

ПРС<sub>плат</sub> — плита разделочного стенда (заготовка);  
 ПРС<sub>БО-ОСБ</sub> — плита ПРС с отверстиями БО и ОСБ;  
 ПРС<sub>БО-ОСБ-МО</sub> — плита ПРС с отверстиями БО, ОСБ, МО

Таблица 4.1

Требования к разъемам и стыкам по точности и классу чистоты обработки поверхностей

Наименование операции	Вид разъема или стыка		
	фланцевый	вилчатый	телескопический
Разделка классных отверстий			
Разделка пазов			
Обработка плоскостей по разъему			
Обработка наружных плоскостей и карманов			

Диаметры сверл, разверток и зенкеров для обработки отверстий под болты 2 и 3-го класса точности

Номинальный диаметр, мм	Материал детали, узла	Диаметр сверла под разделку отверстий в деталях, мм			Диаметр разверток под разделку отверстий по переходам, мм				
		1-й переход	2-й переход или зенкерование	зенкерование	2-й класс			3-й класс	
					1-й переход $A_3$	2-й переход $A_3$	чистовой переход	1-й переход $A_3$	чистовой переход
6	Алюминиевые сплавы	5,7	—	—	5,95	—	6A	5,9	6A <sub>3</sub>
	Хромансиль	5,0	—	5,7	5,9	5,95	6A	5,9	6A <sub>3</sub>
8	Алюминиевые сплавы	7,0	—	7,7	7,9	7,95	8A	7,9	8A <sub>3</sub>
	Хромансиль	5,0	7,0	7,7	7,9	7,95	8A	7,9	8A <sub>3</sub>
10	Алюминиевые сплавы	9,0	—	9,7	9,9	9,95	10A	9,9	10A <sub>3</sub>
	Хромансиль	5,0	9,0	9,7	9,9	9,95	10A	9,9	10A <sub>3</sub>
16	Алюминиевые сплавы	10,0	15,0	15,7	15,9	15,95	16A	15,9	16A <sub>3</sub>
	Хромансиль	8,0	15,0	15,7	15,9	15,95	16A	15,9	16A <sub>3</sub>
20	Алюминиевые сплавы	10,0	19,0	19,7	19,9	19,95	20A	19,9	20A <sub>3</sub>
	Хромансиль	10,0	19,0	19,7	19,9	19,95	20A	19,9	20A <sub>3</sub>

Примечание. Шероховатость поверхностей отверстий: для болтов 2-го класса точности не ниже  $2,5\sqrt{\text{ }}$ ; для болтов 3-го класса точности не ниже  $Rz\ 20\sqrt{\text{ }}$ ; для болтов 5-го класса точности не ниже  $Rz\ 80\sqrt{\text{ }}$ . Шероховатость поверхности отверстий  $2,5\sqrt{\text{ }}$  и  $Rz\ 20\sqrt{\text{ }}$  достигается при разделке развертками, а шероховатость  $Rz\ 80\sqrt{\text{ }}$  — при сверлении.

ведена последовательность переходов при разделке отверстий такого типового узла стыка, как стык фюзеляжа с крылом, гондолой двигателя, стабили-

затором. В отличие от предыдущего примера конструкция кондукторной головки позволяет обеспечить требуемую точность размеров и шероховатость поверхности отверстий, уменьшить усилия при их развертывании. Для большей точности обработки и уменьшения усилий при развертывании в кондукторной головке применены передние и задние направляющие втулки с шарикоподшипниками, отверстия обрабатывают зенкерами и развертками со специальными плавающими захватами.

При таких захватах точность обработки отверстий зависит от точности установки и направления инструментов в кондукторной головке и плите ПРС, а не от точности установки оси агрегатной головки относительно оси отверстия.

Точность обработки диаметра отверстия и точность размера между центрами отверстий зависит от величины производственных погрешностей, возникающих при обработке отверстия.

Таким образом, погрешности складываются из погрешностей обработки отверстий и втулок плиты разделочного стенда, погрешностей, вызываемых

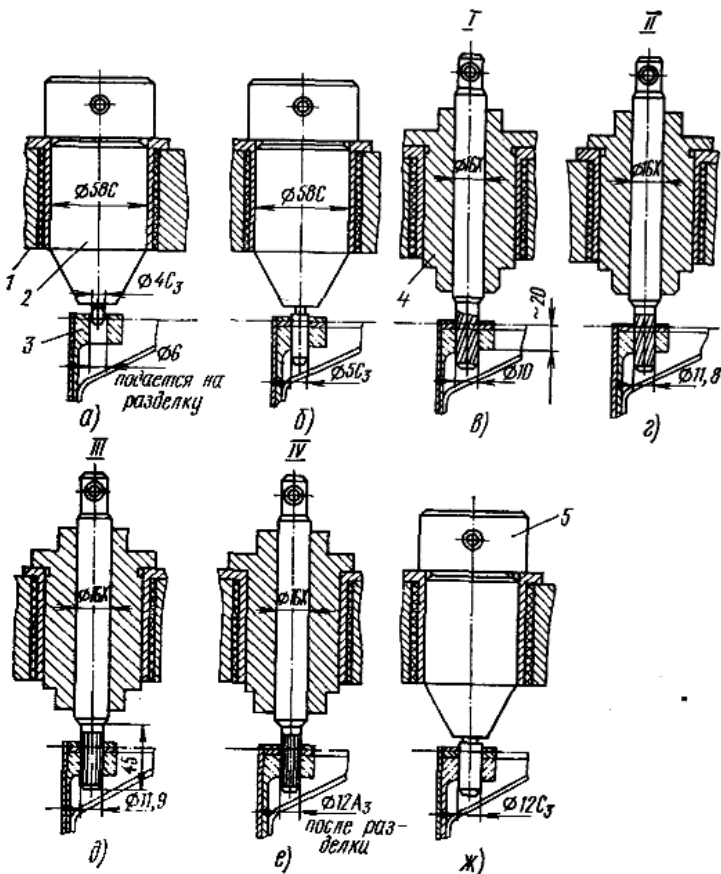


Рис. 4.5. Схема технологических переходов при обработке и контроле ОСБ во фланцевом стыке:

а, б — операции предварительного контроля положения центров отверстий; в, г, д, е — операции зенкерования и развертывания отверстий; ж — операция контроля; I — плита разделочного стенда; 2 — оправка; 3 — стыковой шпангоут; 4 — направляющая втулка; 5 — оправка со штырем диаметром  $12C_3$ ; I — зенкерование отверстия зенкером 1-го перехода; II — то же, 2-го перехода; III, IV — развертывание отверстия разверткой 1-го перехода и чистовой разверткой

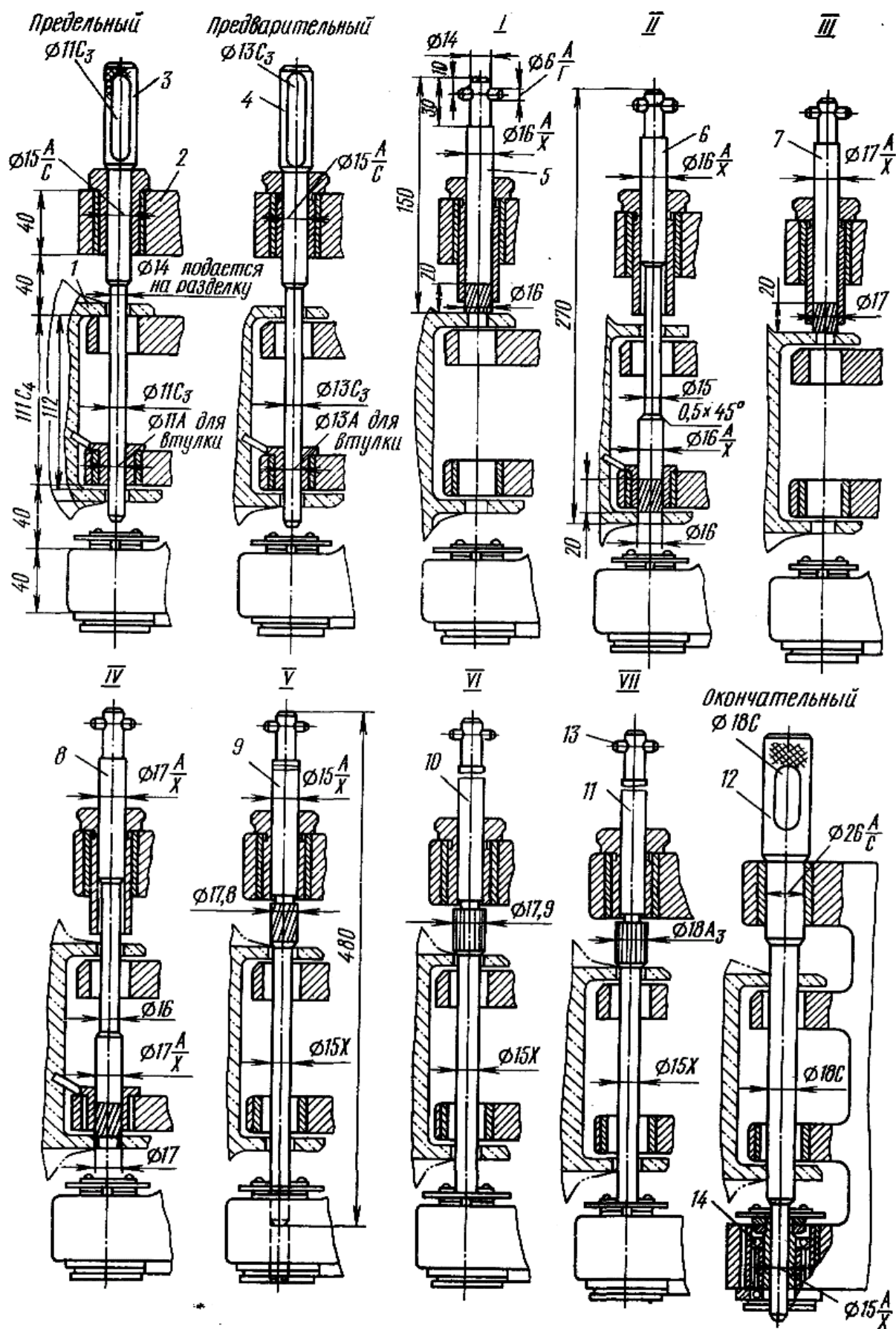


Рис. 4.6. Схема технологических переходов при обработке и контроле ОСБ в вильчатом стыке:

1—стыковой узел; 2—кондукторная головка; 3, 4—штифты для контроля положения предварительно просверленных отверстий; 5, 6, 7, 8, 9—зенкеры 1, 2 и 3-го переходов; 10 и 11—развертки 1 и 2-го переходов; 12—штифт для контроля обработанных отверстий; 13—захват для плавающего патрона; 14—направляющая втулка с шарикоподшипником

наличием зазоров между кондукторной втулкой плиты и диаметром инструмента, перекосом инструмента в кондукторной втулке. Анализ этих погрешностей и формулы для подсчета приведены в работе [8].

Конечная величина погрешности в расположении центров отверстий в агрегате зависит от конструкции плит стыка, кондукторных головок и способа базирования отсека, агрегата при установке в разделочный стенд. В случае обработки отверстия по схеме рис. 4.5, когда инструмент центрируется одной втулкой, суммарная погрешность больше чем при обработке по схеме рис. 4.6.

Таблица 4.3

Точность линейных размеров при различных средствах монтажа, мм

Средства монтажа	Дистанция измерения, м			
	10	25	50	100
Жесткие носители форм и размеров (монтажные эталоны, макеты стыков)	$\pm 0,3-0,5$	$\pm 0,3-0,5$		
Координатные стенды (плаз-кондукторы, инструментальные стенды)	$\pm 0,3-0,7$	$\pm 0,3-0,7$		
Геодезические приборы (нивелиры, теодолиты)	$\pm 0,1-0,3$	$\pm 0,1-0,3$		
Визирные трубы ППС-11	$\pm 0,07$	$\pm 0,15$		
Лазерные измерительные устройства	$\pm 0,01$	$\pm 0,03$	$\pm 0,15$	$\pm 0,4$

В табл. 4.3 приведены данные по достижимой точности линейных размеров при применении различных средств и оснастки для монтажа сборочных приспособлений, разделочных, стыковочных и балансировочных стендов. Погрешности, возникающие при монтаже разделочного стенда, и погрешности при обработке ОСБ в ряде случаев могут привести к такому положению, при котором полная взаимозаменяемость по стыку будет невозможной. Для обеспечения полной взаимозаменяемости при посадке болтов с зазором применяют компенсацию по диаметру. При такой компенсации отверстие под болт делается на 0,2—0,5 мм больше диаметра болта (например,  $d_{от} = 16,5 A_3$ ; болт 16 X<sub>3</sub>).

В тех случаях, когда требуется посадка стыковых болтов в оба отверстия ОСБ стыкуемых отсеков с натягом, необходимо проводить совместную разделку ОСБ при стыковке отсеков.

## 2. СТЫКОВОЧНЫЕ СТЕНДЫ, ИХ НАЗНАЧЕНИЕ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ

Соединение — стыковку собранных отсеков в агрегат, а агрегатов в самолет, вертолет производят по фланцевым, вильчатым или телескопическим стыкам (см. рис. 1.1 и 1.2). Стыки подразделяют на конструктивные, эксплуатационные и технологические. Конструктивные и эксплуатационные сты-

ки, как правило, выполняют разъемными в виде болтовых соединений.

Технологические стыки являются неразъемными, при таких стыках отсеки, агрегаты собирают в сборочных приспособлениях по отдельности, затем отсеки стыкуют, т. е. соединяют заклепками или сваривают. При соединении отсеков между собой происходит их взаимная ориентация по базовым поверхностям стыка. В табл. 4.4 приведены базовые поверхности фланцевых, телескопических и вильчатых стыков при различном их конструктивном выполнении.

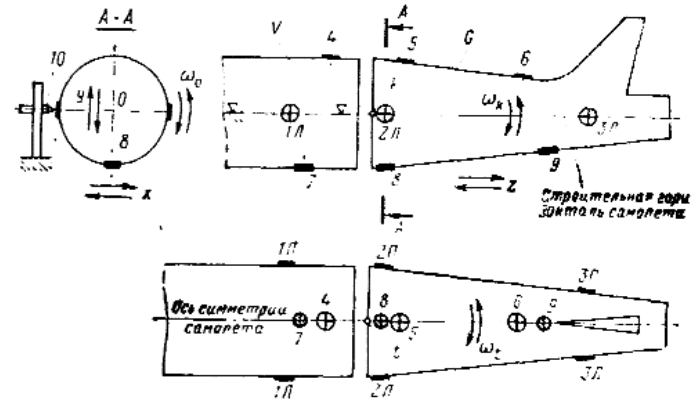


Рис. 4.7. Принцип работы стыковочного стенда

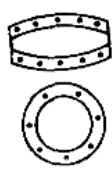



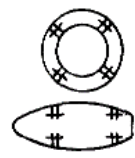



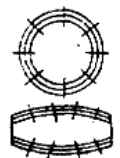
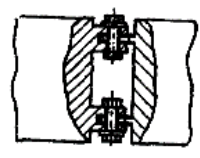
Базовые поверхности с требуемой точностью получают в разделочных стендах. При стыковке используют эти поверхности для соединения между собой отсеков и агрегатов. После соединения в зоне стыка должно получиться требуемое взаимное положение обводов и привалочных плоскостей стыкуемых отсеков (см. рис. 1.4).

Наличие двух и более базующих поверхностей в зоне стыка определяет взаимное расположение агрегатов по нивелировочным данным самолета (см. рис. 1.3).

При наличии одной базующей поверхности, как это имеет место при технологическом стыке, когда базой служит одна проточка, в процессе стыковки необходимо проводить нивелирование стыкуемых отсеков для обеспечения требуемого их взаимного расположения по нивелировочным данным. Зазор С по торцу служит только ограничением продольного перемещения отсека, а не базой для взаимной ориентации стыкуемых отсеков. После установки отсека по нивелировочным данным производят сверление НО в обшивке (отверстия под заклепки, см. рис. 4.1), отверстий в силовом профиле и производят клепку или сваривают (прихватывают) отсеки в зоне технологического стыка непосредственно в стыковочном стенде.

Конструкция стыковочного стенда должна обеспечивать установку стыкуемых отсеков по нивелировочным данным и точное совмещение базовых поверхностей стыка. На рис. 4.7 показан принцип работы стыковочного стенда. Стыкуемые отсеки V и G располагают вдоль оси симметрии и строительной горизонтали самолета. Отсек V закрепляют на стенде неподвижно, а отсек G имеет возможность перемещения относительно отсека V.

Базовые поверхности стыка при соединении отсеков и агрегатов

Наименование стыка	Эскиз стыка	Вид соединения	Базовые поверхности	
			Эскиз	Наименование
Фланцевый		Болтовое (болты, шпильки)		Ось, торец
				Пазы под болты, ОСБ, торец
				Проточка, торец
Телескопический		Болтовое (болты, винты)		Проточка, ОСБ
		Клепаное *		Проточка, УБО
		Сварное * (РЭС, ТЭС, ДЭС)		Проточка (зазор $C=3 \dots 5$ мм), необходимо нивелирование отсека, агрегата
Вильчатый		Болтовое (болты)		Пазы в вилках, ОСБ

\* Технологический стык.

Взаимную ориентацию отсеков можно выполнять в нескольких вариантах. Наибольшее распространение получили следующие варианты:

А. Установка отсеков на элементы стыковочного стенда по УБО — установочным базовым отверстиям и обводам ложементов. УБО в отсеках закордированы относительно нивелировочных точек и базовых поверхностей стыка.

Б. Установка отсеков по обводам ложементов. В соответствии с принятой ориентацией отсеков выполняют и конструкцию стыковочного стенда. Так при стыковке по варианту А УБО в отсеке V закордированы относительно нивелировочных точек I и 4, а в отсеке G УБО (8 и 9) закордированы

относительно точек 2, 3, 5, 6. Это обеспечивается тем, что нивелировочные точки и УБО образуют в одном и том же сборочном приспособлении в процессе сборки отсека. При варианте А вместо УБО в качестве установочных баз можно использовать стыковые узлы крыльев, стабилизатора, гондол двигателей, киля, шасси, т. е. те стыковые узлы, которые на отсеках имеются, но в рассматриваемой операции стыковки не используются. При установке отсеков в разделочный стенд по варианту А происходит взаимная ориентация отсеков, при которой они располагаются по оси симметрии и строительной горизонтали, а базовые поверхности стыков совпадают.

В процессе стыковки необходимо подвести отсек *G* к отсеку *V* (в направлении стрелки *z*), совместить базовые поверхности (торцы, пазы, проточки, ОСБ), вставить болты в ОСБ и накрутить гайки.

При базировании отсеков по варианту *A* в случае технологического стыка и наличия УБО в зоне стыка (см. табл. 4.4) при стыковке: совмещают отсеки, вставляют в УБО фиксаторы и соединяют

Регулируют положение отсека *G* так, чтобы нивелировочные точки 4, 5 и 6 лежали на оси симметрии самолета, а точки 1, 2 и 3 на строительной горизонтали самолета. При такой регулировке отсек *G* поворачивают вокруг точек *k* и *t* в направлении стрелок  $\omega_k$  и  $\omega_t$  (см. рис. 4.7). Контроль за положением нивелировочных точек производят пинолями 10 или нивелиром и теодолитом. По окон-

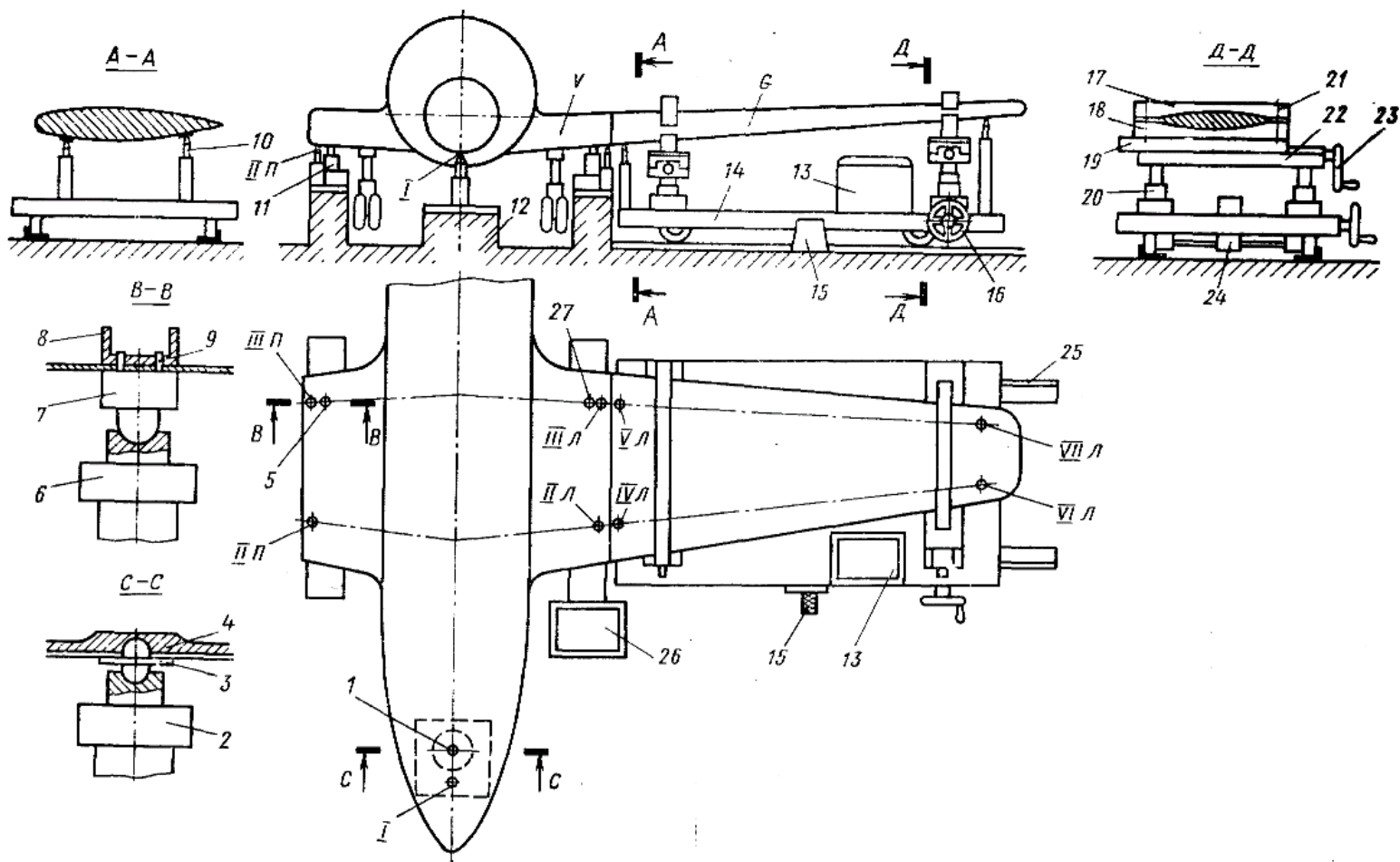


Рис. 4.8. Стенд для стыковки отъемной части крыла (*G*) с центропланом (*V*):

1, II, III, IV, V, VI, VII—нивелировочные точки правые (П) и левые (Л); 1, 5, 27—опорные узлы фюзеляжа и центроплана; 2, 6—шток гидроподъемника; 3—шаровая прокладка; 4—силовой шпангоут; 7—опора; 8—задний ложегон центроплана; 9—штырь; 10—пinoль; 11, 20—гидроподъемник; 12—фундамент; 13—насосная станция и пульт управления работой гидроподъемников, установленных на тележке; 14—тележка; 15—фиксатор; 16—штурвал ручного перемещения тележки в продольном направлении; 17—прижим; 18—ложемент; 19—суппорт; 21—крепление прижима; 22—каретка суппорта; 23—рукоятка для перемещения крыла в поперечном направлении; 24—привод для перемещения каретки в продольном направлении (от электромотора); 25—рельсовый путь; 26—насосная станция и пульт управления работой гидроподъемников при установке центроплана в линию полета

отсеки сваркой или клепкой (непосредственно в стыковочном стенде). После таких стыковок производят контрольную проверку положения нивелировочных точек в стыкуемых отсеках.

Положение нивелировочных точек проверяют с помощью установленных на неподвижной части стенда пинолей 10 или нивелира и теодолита, устанавливаемых вне стенда.

При базировании отсеков по варианту *A* и соединении их по технологическому стыку с базированием отсеков только по проточке (полке силового профиля) стыковку выполняют в следующей последовательности. Отсек *G* подводят к отсеку *V* до получения зазора *C* (см. табл. 4.4).

чании нивелирования соединяют отсеки клепкой или сваркой.

Если в отсеках взаимная ориентация по базовым поверхностям стыков не предусмотрена, то базирование их производят по варианту *B*, т. е. по обводам ложементов. При таком базировании стыковку проводят так:

устанавливают отсеки в стенд, отсек *V* неподвижно, а отсек *G* на специальной тележке. Подводят отсек *G* к отсеку *V* и регулируют его положение до совпадения базовых поверхностей стыка и расположения нивелировочных точек по оси симметрии и строительной горизонтали в обоих отсеках (см. рис. 4.7). В зависимости от конструкции стыка, ме-

тогда установки и базирования стыкуемых отсеков возможны следующие конкретные конструктивные схемы стендов.

1. Стыковочные стенды с неподвижным закреплением одного отсека ( $V$ ) и подвижной кареткой для перемещения второго отсека ( $G$ ) по оси  $z$ .

Стыкуемые отсеки базируют в стенде по варианту  $A$ . Такие стенды применяют при стыковке отсеков, имеющих конструктивные стыки или технологический стык с базированием по УБО.

2. Стыковочный стенд с неподвижным закреплением одного отсека и подвижной кареткой для перемещения второго отсека по оси  $z$  и поворота по направлению стрелок  $\omega_k$  и  $\omega_l$ .

Стыкуемые отсеки базируют в стенде по варианту  $A$ . Эти стенды используют при стыковке отсеков, имеющих технологический стык с одной базовой поверхностью в виде проточки (полки усиленного профиля).

3. Стыковочный стенд с неподвижным закреплением одного отсека и подвижным закреплением второго отсека. Закрепление отсека на подвижной каретке в ложементы выполняют произвольно — по варианту  $B$ . Стыковочный стенд имеет механизмы для перемещения стыкуемого — подвижного отсека по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$  вращения его вокруг продольной оси по стрелкам  $\omega_0$ , поворота вокруг точек  $k$  и  $l$  по стрелкам  $\omega_k$  и  $\omega_l$  (см. рис. 4.7). Стенд такой конструкции является универсальным и может быть применен для стыковки отсеков с конструктивными и технологическими стыками.

На рис. 4.8 приведена конструкция универсального стыковочного стенда для стыковки центроплана ( $V$ ) с отъемной частью крыла ( $G$ ). Соединение крыла и центроплана можно выполнять в виде фланцевого, телескопического или вильчатого стыка. Телескопический стык может быть конструктивным или технологическим (см. табл. 4.4).

На стыковку поступают: центроплан, соединенный с фюзеляжем, фюзеляж на собственных шасси (при стыковке средних и тяжелых самолетов) или на конвейерной тележке с последующей установкой в стенд с помощью подъемного крана.

В центроплане и фюзеляже обработаны опорные

узлы  $1$ ,  $5$ ,  $27$  и нанесены нивелировочные точки  $I$ ,  $II$ ,  $III$  с правой и левой стороны.

Узел стыка центроплана обработан в разделочном стенде и подготовлен для стыковки.

Фюзеляж вводят в стыковочный стенд, устанавливают на гидropодъемник и опоры  $5$  и  $27$  и шаровую прокладку  $3$ . Включают с пульта  $26$  в работу насосную станцию и гидropодъемники под опорными узлами фюзеляжа, поднимают фюзеляж с центропланом и устанавливают их в линию полета. Положение линии полета определяют по показаниям на пульте  $26$  датчиков от пинолей, установленных под нивелировочными точками  $I$ ,  $II$ ,  $III$  с правой и левой стороны. После установки фюзеляжа и центроплана в линию полета подводят под фюзеляж хвостовую опору (на рис. 4.8 не показана), а подъемники фиксируют штырями. Отъемная часть крыла поступает на стыковку с обработанным стыком и нанесенными нивелировочными точками. Крыло устанавливают на ложементы  $18$ , так чтобы пиноли находились под нивелировочными точками и закрепляют прижимами  $17$ . Устанавливают крыло в линию полета по показаниям на пульте  $13$  датчиков от пинолей, установленных под нивелировочными точками  $IV$ ,  $V$ ,  $VI$ ,  $VII$  левой стороны.

Подводят крыло вместе с тележкой в зону стыковки и регулируют вручную рукоятками  $23$  и штурвалом  $16$  положение крыла до совмещения базовых поверхностей стыка.

При совмещении базовых поверхностей вставляют в ОСБ стыковые болты и соединяют крыло с центропланом.

В случае технологического стыка производят клепку или сварку. После соединения крыла с центропланом освобождают прижимы  $17$ , опускают ложементы вниз и отводят тележку из зоны стыка.

В таком же порядке производят стыковку правого крыла. Выполнив стыковочные работы, фюзеляж опускают на шасси и выводят из стыковочного стенда. Стыковочные стенды в основном изготавливают методами общего машиностроения. Ложементы изготавливают так же, как и рубильники. Монтаж стыковочного стенда можно производить по монтажному эталону или с помощью оптических и электронных приборов.

## ГЛАВА 5

# ТИПОВЫЕ КОМПОНОВКИ СБОРОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ, РАЗДЕЛОЧНЫХ И СТЫКОВОЧНЫХ СТЕНДОВ

### 1. ТИПОВЫЕ КОМПОНОВКИ СБОРОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Типовая компоновка сборочного приспособления включает: конструктивно-технологическую характеристику, метод базирования, условия поставки на сборку деталей и сборочных единиц. В компоновке изложена последовательность операций процесса сборки и выполнения соединений и дано описание схемы сборочного приспособления и наименование оборудования и инструмента, применяемого при выполнении соединений. Компоновки сгруппированы по видам соединений, выполняемых при сборке. В компоновках рассмотрены процессы сборки панелей, узлов, отсеков, агрегатов клепаной, сварной и клееной конструкции. Для каждого вида соединения приведено несколько видов компоновок, отличающихся методом базирования деталей и узлов, схемой сборочного приспособления, оборудованием и инструментом для выполнения соединений.

В каждой из приведенных компоновок указано, для каких конструкций узлов, панелей, отсеков может быть использована компоновка. Кроме того дано указание какие необходимо сделать изменения в данной компоновке в случае выполнения нескольких видов соединений.

В компоновках дана схема сборочного приспособления с указанием основных элементов каркаса, базирующих и фиксирующих элементов и средств механизации процесса сборки и выполнения соединений.

При детальной разработке каркаса приспособления, базирующих и фиксирующих элементов необходимо использовать нормы, приведенные в учебном пособии, ОСТ и ГОСТ, опубликованные в печати.

В компоновках на схемах сборки указан вид инструмента и оборудования для выполнения соединений. Конкретные типоразмеры и характеристики такого оборудования следует выбирать по каталогам оборудования и соответствующей литературе [3, 4, 6, 7, 12, 13, 16, 22].

Имеется в виду, что компоновки студенты могут

использовать в качестве примера при проектировании технологических процессов сборки, сборочных приспособлений и средств механизации сборочных операций.

Процесс сборки в приведенных компоновках рассмотрен в одном из возможных многочисленных вариантов.

В соответствии с заданием по курсовому или дипломному проекту возможны и другие варианты, т. е. процессы по способу базирования (см. табл. 1.3, рис. 1.11 и 1.12), конструкции сборочного приспособления и характеру оснащения инструментами для выполнения соединений.

Отдельные элементы приспособлений и оборудования, приведенные в типовых компоновках, можно включать в различных сочетаниях во вновь разрабатываемые компоновки.

Выбор оптимального варианта технологического процесса сборки необходимо производить на основании технико-экономических расчетов. Примеры таких расчетов и исходные данные для их выполнения приведены в работах [1, 2, 4, 6, 9, 13, 22].

### 2. КОМПОНОВКИ РАЗДЕЛОЧНЫХ СТЕНДОВ

Типовая компоновка разделочного стенда включает требования к точности обработки стыка отсека, агрегата; условия поставки отсека, агрегата на разделочный стенд; схему базирования отсека; цикловой график процесса обработки стыка; схему разделочного стенда и оборудования для обработки стыков.

Разделочные стенды состоят из основания, на котором устанавливают обрабатываемое изделие, и различного вида агрегатных головок и металлообрабатывающих станков. Основание разделочного стенда изготавливают из тех же нормализованных элементов, которые используют для сборочных приспособлений.

Агрегатные головки и металлообрабатывающие станки выбирают по каталогам и данным, приведенным в работах [16, 17].

Режимы обработки и инструменты выбирают по справочникам [11, 17].



### 3. КОМПОНОВКИ СТЫКОВОЧНЫХ СТЕНДОВ

Типовая компоновка стыковочного стенда содержит следующие данные: конструктивно-технологические характеристики стыкуемых отсеков, агрегатов, схему базирования отсеков в стыковочном стенде, условия поставки отсеков на стыковку и цикловой график выполнения процесса стыковки.

В компоновке приведена схема стыковочного

стенда и его оснащения механизмами для перемещения стыкуемых отсеков, агрегатов.

Особое внимание при рассмотрении процесса стыковки уделено операции нивелирования положения стыкуемых отсеков, агрегатов.

Компоновки для сборочных единиц клепаной конструкции имеют номера 1—29; точечной электросварки — 30—39; дуговой электросварки — 40—49; клееной конструкции — 50—59.

Компоновки разделочных стендов имеют номера 60—66; стыковочных стендов — 71—75.

В компоновке рассмотрена сборка и выполнение соединений клепкой или точечной электросваркой (ТЭС) шпангоутов самолетов и вертолетов.

Приспособление позволяет производить сборку шпангоута одного типоразмера с различным характером установки поперечного набора и стенок.

Компоновка приспособления разработана для сборки шпангоута клепаной конструкции.

#### 1. Конструкция шпангоута и метод базирования

Шпангоут состоит из стенок 1, 2, 3, стыковых узлов 4 и 5, наружных и внутренних поясов 6, 7, 8 и 9, 10, 11 и комплекта профилей жесткости 12. Все детали шпангоута изготовлены из материала Д16-Т и соединены между собой заклепками ЗП. Требуемая точность по наружному обводу шпангоута  $\pm 1$  мм на сторону.

В качестве баз приняты:

поверхность каркаса ПК при образовании наружного обвода; установочные базовые отверстия — УБО, выполненные в стенках 1, 2, 3 и опорных элементах приспособления 13 (ОП) (см. сеч. В — В); отверстия под стыковые болты (ОСБ) и привалочные поверхности стыковых узлов 4 и 5 при установке их на стыковые плиты 14 (ПС-Н) приспособления; внешние поверхности поясов 6, 7, 8, 9, 10, 11 — ПК и опорные поверхности фиксаторов приспособления 16 (ОП); СО при установке профилей жесткости 12 на стенки.

#### 2. Условия поставки деталей шпангоута на сборку

Стенки 1, 2, 3 шпангоута поступают на сборку с обрезанными торцами. В них просверлены УБО, а также СО для установки профилей жесткости 12.

Стыковые узлы 4 и 5 имеют НО и предварительно просверленные ОСБ под стыковые болты.

Наружные и внутренние пояса 6, 7, 8, 9, 10, 11 поступают на сборку окончательно обработанными с отверстиями НО.

Комплект профилей жесткости 12 поступает на сборку с СО и НО.

#### 3. Схема сборки

Сборку шпангоута производят в следующем порядке:

1) устанавливают стенки 1, 2, 3 на опорные элементы приспособления 13 (ОП) и фиксируют их технологическими болтами, вставленными в УБО;

2) устанавливают стыковые узлы 4 и 5, базировав их по плитам 14 (ПС-Н) и отверстиям ОСБ. Стыковые узлы крепят к плитам технологическими болтами 15, вставленными в ОСБ плиты и стыковых узлов;

3) на опорные поверхности фиксаторов 16 (ОП) устанавливают наружные пояса 6, 7, 8 и внутренние 9, 10, 11 и закрепляют их прижимами 17 (ПР);

4) профили жесткости 12 устанавливают на стенки 1, 2, 3 по СО и закрепляют их технологическими болтами;

5) по НО в деталях с 4—12 сверлят отверстия в стенках и устанавливают заклепки.

Сверление и клепку производят с помощью сверлильно-зенковального устройства (СЗВУ), встроенного в сборочное приспособление, и пневморычажного клепального пресса ПКВ, установленного вместе со сверлильной головкой на одной оси поддерживающего устройства.

#### 4. Сборочное приспособление и его оснащение

Приспособление состоит из плиты 18 с просверленными в ней крепежными отверстиями — КО для установки опор 16. Опоры 16 для установки и закрепления поясов с 6—11 имеют пневмоприжимы 17. Управление прижимами 17 производят от пульта — кранами 19 для зажима наружных поясов 6, 7, 8 и краном 20 для зажима внутренних поясов 9, 10, 11. Подача воздуха к пневмоприжимам производится трубопроводами 29 и 30.

На плите 18 также закреплены по КО стыковые плиты 14. Плита 18 опирается на тумбы 21. В приспособление встроена специальная сверлильно-клепальная установка СЗВУ с клепальным прессом, которая состоит из основания 22 и направляющей штанги 23.

На штанге закреплена сверлильная головка 24 (СЗВУ) с прессом 25 (ПКВ), на другом — противовес 26.

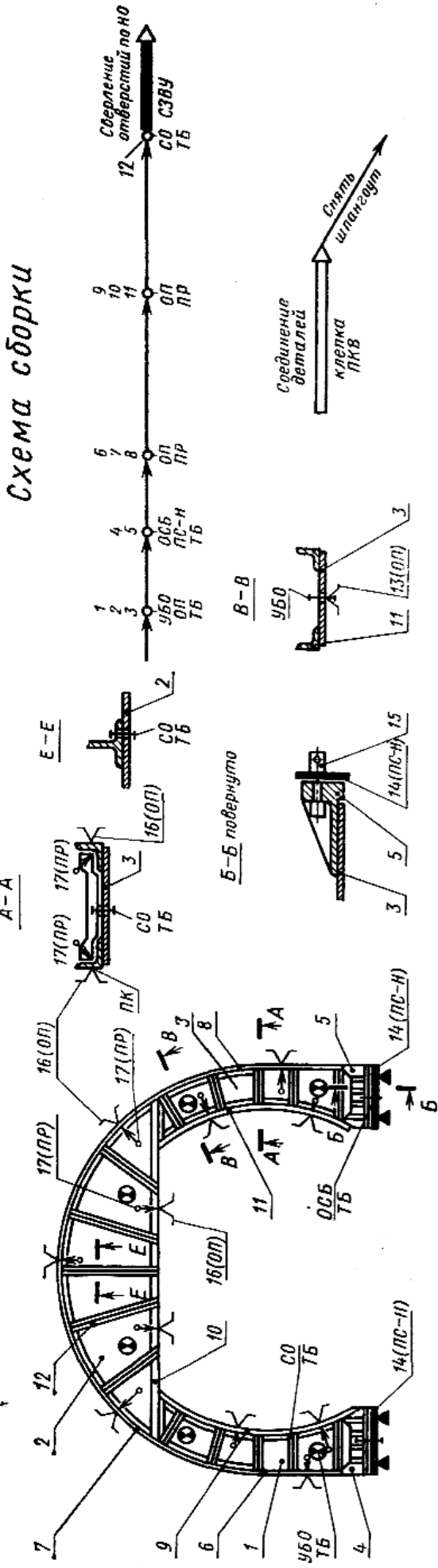
Сверлильная головка и пресс вместе с кронштейном 27 могут поворачиваться на  $360^\circ$  относительно горизонтальной оси штанги и фиксируются в нужном положении замками 28 (см. вид К, поз. 1, стрелка Л). Сверлильная головка и клепальный пресс могут поворачиваться в горизонтальной плоскости на  $360^\circ$  (см. вид К, поз. 2 и 1, стрелки М и Д).

Штанга вместе с рабочими головками может перемещаться в продольном направлении и поворачиваться на  $360^\circ$  относительно основания (стрелки Е, Ж).

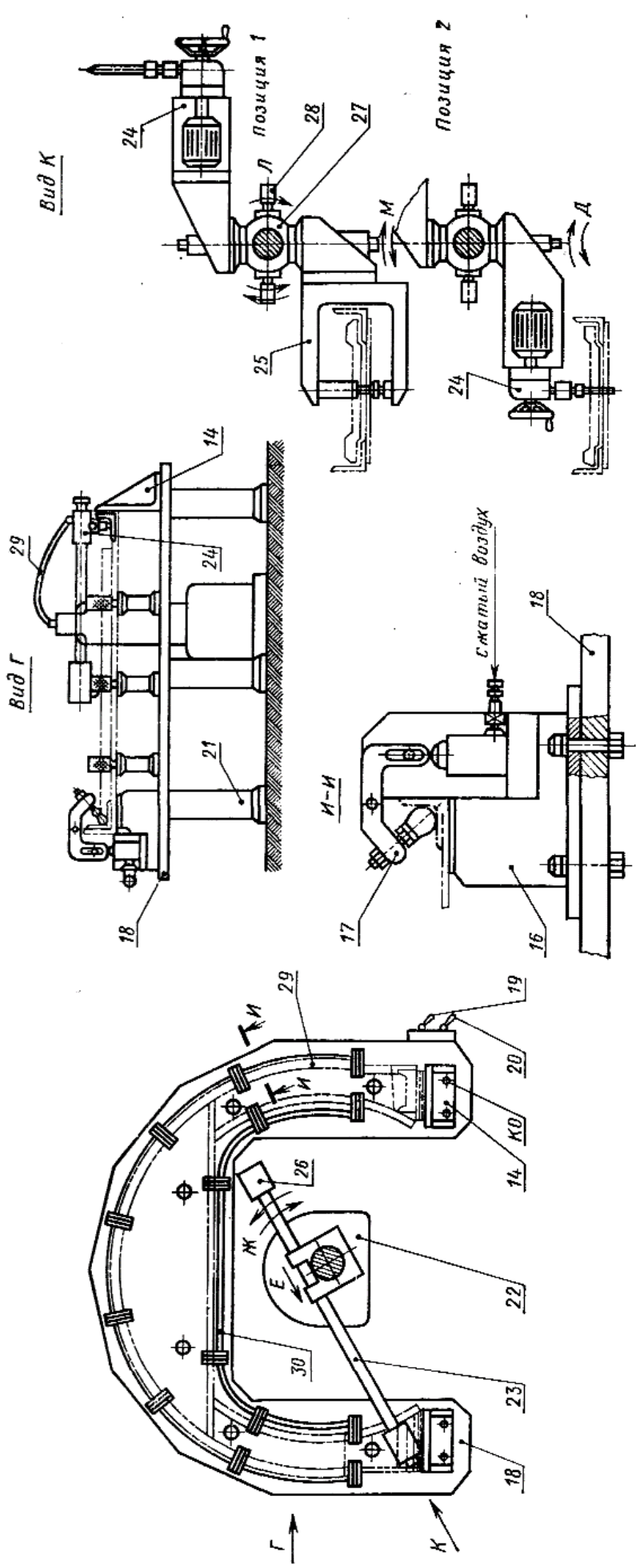
Установка СЗВУ и ПКВ в положение для сверления и клепки и управление процессом сверления и клепки производится оператором.

Приспособление легко налаживается на сборку различного типоразмера согласно карте настройки. Наладка заключается в установке фиксаторов УБО 13 в соответствующие отверстия КО в плите 18. Установка фиксаторов 16 и стыковых угольников производится по шаблону ШМФ. Шаблон устанавливают и закрепляют на период монтажа приспособления на фиксаторы УБО.

Схема базирования



Приспособление и его оснащение



Компоновка разработана для сборки, клепки и точечной электросварки ТЭС лонжеронов крыла и оперения одного типоразмера.

В компоновке представлено сборочное приспособление, оснащенное оборудованием для сверления и клепки.

### 1. Конструкция лонжерона и метод базирования

Лонжерон состоит из стенки 1, стыкового узла 2, поясов 3 и 4, профилей жесткости 5. Все детали лонжерона выполнены из материала Д16-Т и соединены заклепками ЗП. Требуемая точность по контуру обвода  $\pm 0,5$  мм на сторону.

В качестве баз приняты:

поверхность каркаса ПК при образовании обводов;

УБО и поверхность ложементов 14 (ЛЖ) для установки и закрепления стенки в приспособлении;

ОСБ и торцевая поверхность плиты стыка 6 (ПС-Н) при установке стыкового узла 2;

поверхность каркаса ПК — обводообразующие поверхности поясов 3 и 4 при установке их на базовые поверхности ложементов 14 (ЛЖ);

СО в стенке 1 и стойках 5 при установке последних по дистанциям нервюры.

### 2. Условия поставки деталей на сборку

Стенка 1 подается с обрезанными кромками и торцами. В ней просверлены два отверстия УБО по хорде и СО по стойкам 5.

Стыковой узел 2 подается на сборку полностью собранным с отверстиями под ОСБ, выполненными на 2 мм меньше диаметра болта для последующей разделки отверстий под стыковые болты крыла в разделочном стенде.

В стыковом узле также просверлены НО под заклепки, соединяющие узел со стойкой и поясами.

Пояса 3 и 4 подаются на сборку с обрезанными торцами и НО.

Стойки 5 имеют СО и НО.

### 3. Схема последовательности операций сборки лонжерона

Сборку начинают с установки стенки лонжерона 1 по УБО на штифты 25. Затем устанавливают сты-

ковой узел 2, опирая его на поверхность плиты 6 приспособления, и закрепляют на ней технологическими болтами 18, вставленными в отверстия ОСБ. Далее устанавливают пояса 3 и 4, опирая их на рабочие поверхности ложементов 14. В продольном направлении пояса фиксируют по плите 6, поджимая их к ней плитой-фиксатором 9. В таком положении пояса и стенка закрепляются в ложементах пневматическими прижимами 15. Стойки 5 закрепляют на стенке 1 по СО с помощью технологических болтов ТБ.

Сверление всех отверстий по НО производят с помощью сверлильной установки типа СЗВУ, а клепку заклепок — с помощью подвесного пневморычажного пресса ПКП. По окончании сборки лонжерон снимают с приспособления и передают на следующий этап сборки.

### 4. Сборочное приспособление и его оснащение

В соответствии с принятой схемой базирования и технологического процесса сборки конструкция приспособления состоит из каркаса 7 рамного типа. На нем установлены ложементы 14 с быстродействующими пневмоприжимами 15, управляемыми с помощью крана 16. На раме также смонтированы плита 6 для фиксации стыкового узла 2 и подвижная опора — плита 9. На специальных кронштейнах 19 рамы закреплены направляющие линейки 20 и 21, по которым перемещается в продольном направлении установка СЗВУ.

Перемещение сверлильной головки 12 по траверсе СЗВУ 22 осуществляется оператором с помощью маховиков 13 и 23.

На направляющей 17 рамы 7 подвешен на роликовых опорах пневморычажный клепальный пресс 11 типа ПКП. Пресс может перемещаться вдоль приспособления и по высоте. Рама приспособления со встроенными механизированными средствами для сверления и клепки закреплена на стойках 10.

Съем собранного узла производят в следующем порядке:

отводят ПКП и сверлильное устройство из зоны обработки в исходное положение;

снимают технологические болты 18;

отводят торцевые опоры 9 в начальное положение;

крепят лонжерон к блоку подъемного крана;

освобождают зажимы 15;

снимают лонжерон краном и кладут на тележку.

Схема базирования

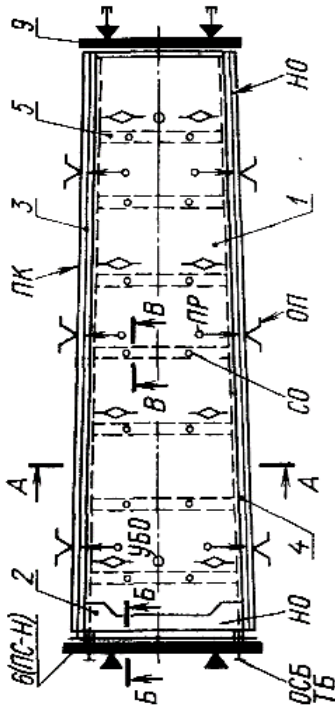
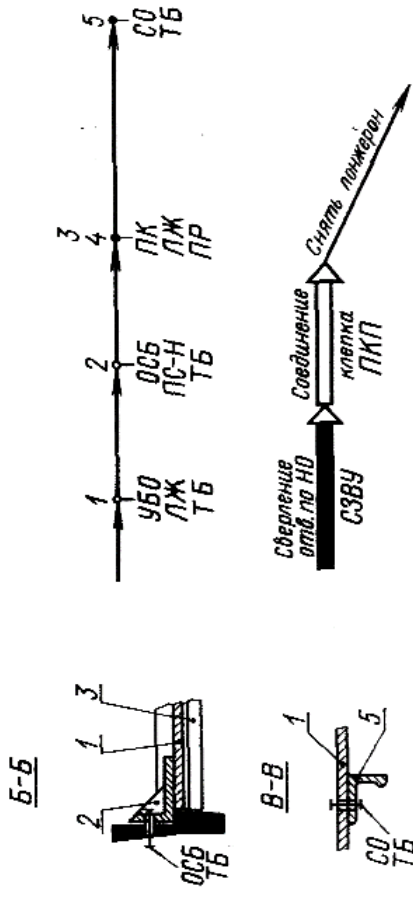
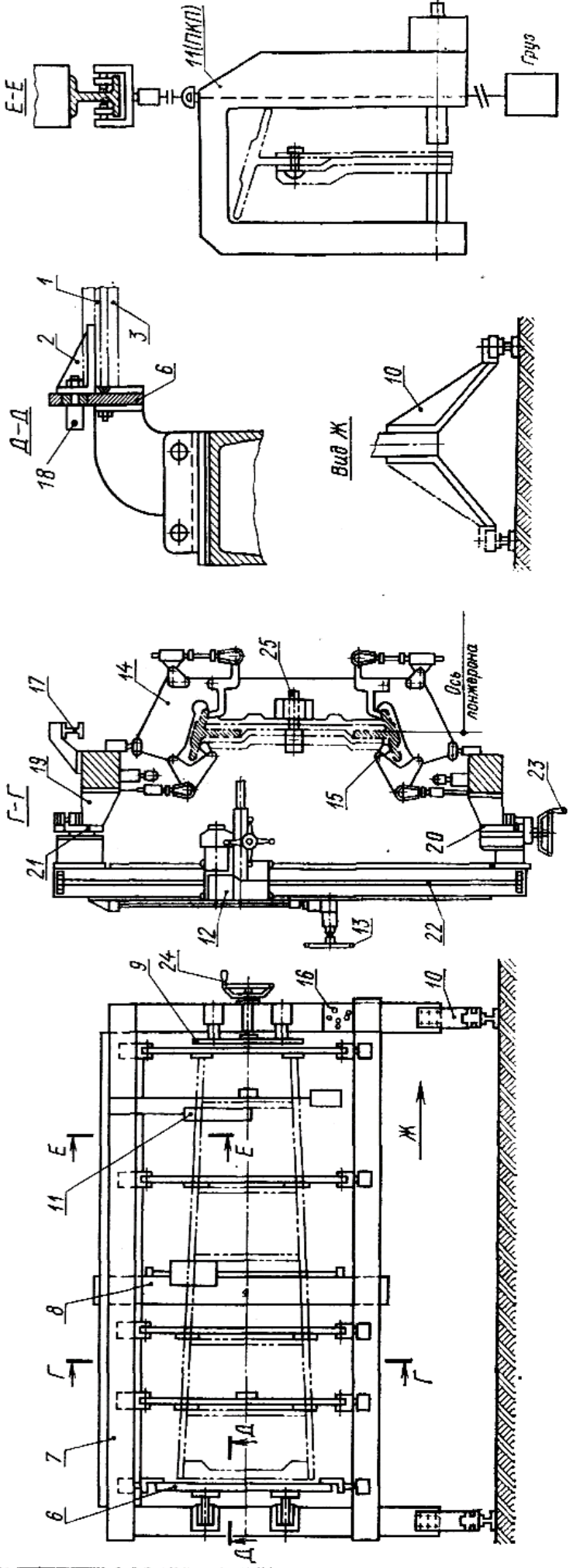


Схема сборки



Приспособление и его оснащение



В компоновке рассмотрен процесс сборки и выполнения соединений клепкой или сваркой плоских узлов типа нервюр, шпангоутов, пожарных перегородок и полов. Характерным признаком данной компоновки является то, что рассматриваемое в ней приспособление позволяет собирать группу однотипных узлов. Наладку на конкретный типоразмер узла производят в соответствии с паспортом приспособления и информацией о его элементах.

Компоновку такого приспособления рассмотрим на примере сборки группы нервюр клепаной конструкции.

Приспособление предназначено для сверления всех отверстий под заклепки (ЗП), предварительной сборки — соединения деталей между собой с последующей передачей узла для клепки на клепальный пресс.

### 1. Конструкция собираемого узла и метод базирования

Нервюра клепаной конструкции состоит из стенки 1, поясов 2 и 3, стоек 4. Все детали нервюры выполнены из материала Д16-Т и соединены между собой заклепками ЗП из материала В65. Точность собираемой нервюры по контуру ПК составляет  $\pm 0,5$  мм на сторону.

В качестве базы приняты поверхности деталей каркаса (ПК), опорные поверхности приспособления (ОП) и сборочные отверстия СО.

### 2. Условия поставки деталей на сборку

Стенка нервюры 1 поступает на сборку обработанной по обводам и торцам и с СО по стойкам 4.

Пояса 2 и 3 поступают на сборку окончательно обработанными. При ручном управлении перемещением сверлильного агрегата в поясах и стойках просверлены НО, а при автоматическом управлении его перемещением НО не сверлят.

Стойки 4 имеют СО для установки их на стенку нервюры.

### 3. Схема последовательности операций сборки и выполнения соединений

Сборку нервюры производят в следующем порядке. На опорные поверхности 5 (ОП) и поверхности откидных фиксаторов 6, 7 (ОП) устанавливают стенку 1 нервюры. При этом торец стенки в продольном направлении ориентируют по базовой плите 8 (БП) и прижимают к нему подвижным прижимом-фиксатором 9 (ПР), а в поперечном на-

правлении стенку опирают на базовые поверхности нижних откидных пластин-фиксаторов 6 (ОП). Затем на стенку устанавливают пояса 2 и 3 и прижимают к рабочим контурам фиксаторов 6, 7 (ОП) зажимами 10 (ПР). Стойки 4 устанавливают на стенку 1 по СО и фиксируют технологическими болтами ТБ. После этого сверлят все отверстия под заклепки как при ручном, так и автоматическом режиме управления сверлильной головкой.

В приспособлении производят предварительную сборку — соединение деталей заклепками. Клепку производят переносными прессами ПКП и клепальными молотками КМ. При этом устанавливают 15—20% заклепок, входящих в узел. Затем сверлят по два отверстия СО в торцах нервюры. Сверление СО производят сверлильной головкой 11 при ручном управлении перемещением СА и траверсы 12.

Указанные СО в торцах стенки нервюры согласованы с СО в стойках лонжеронов крыла и оперения и служат базой для сборки секции крыла, рассмотренной в компоновке КЛ-12 настоящего альбома.

### 4. Сборочное приспособление и его оснащение

Приспособление предназначено для сборки группы однотипных нервюр. Оно состоит из элементов каркаса 13, 14, 15, 16. На направляющих рамы 14 и 15 установлена траверса 12, а на траверсе установлен сверлильный агрегат 11.

Движение траверсы и сверлильного агрегата осуществляется вручную маховиками 17 или автоматически по программе с помощью приводов 18 и 19. На дополнительных поперечных рамах 20 и 21 установлены пакеты пластинчатых фиксаторов 6 и 7. Базовые поверхности фиксаторов выполнены в соответствии с внешним контуром поясов 2 и 3 и стенки 1 соответствующей нервюры, собираемой в данном приспособлении. На каждом откидном фиксаторе указан номер нервюры, соответствующий фиксатору.

Пакет откидных пластинчатых фиксаторов снабжен эксцентриковым зажимом 22, предназначенным для закрепления требуемого фиксатора в рабочем положении.

Перенастройка приспособления для сборки следующей нервюры осуществляется заменой одного комплекта фиксаторов 6 и 7 на другой комплект соответствующего типоразмера нервюры в соответствии с указанной на них информацией.

Схема базирования

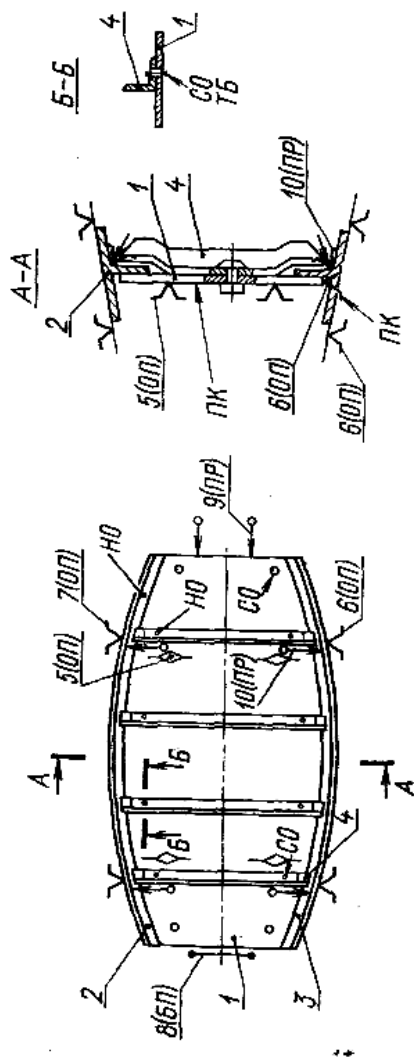
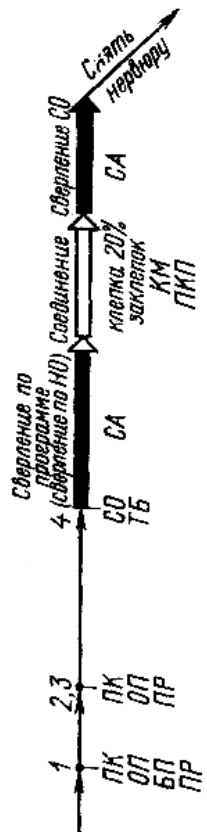
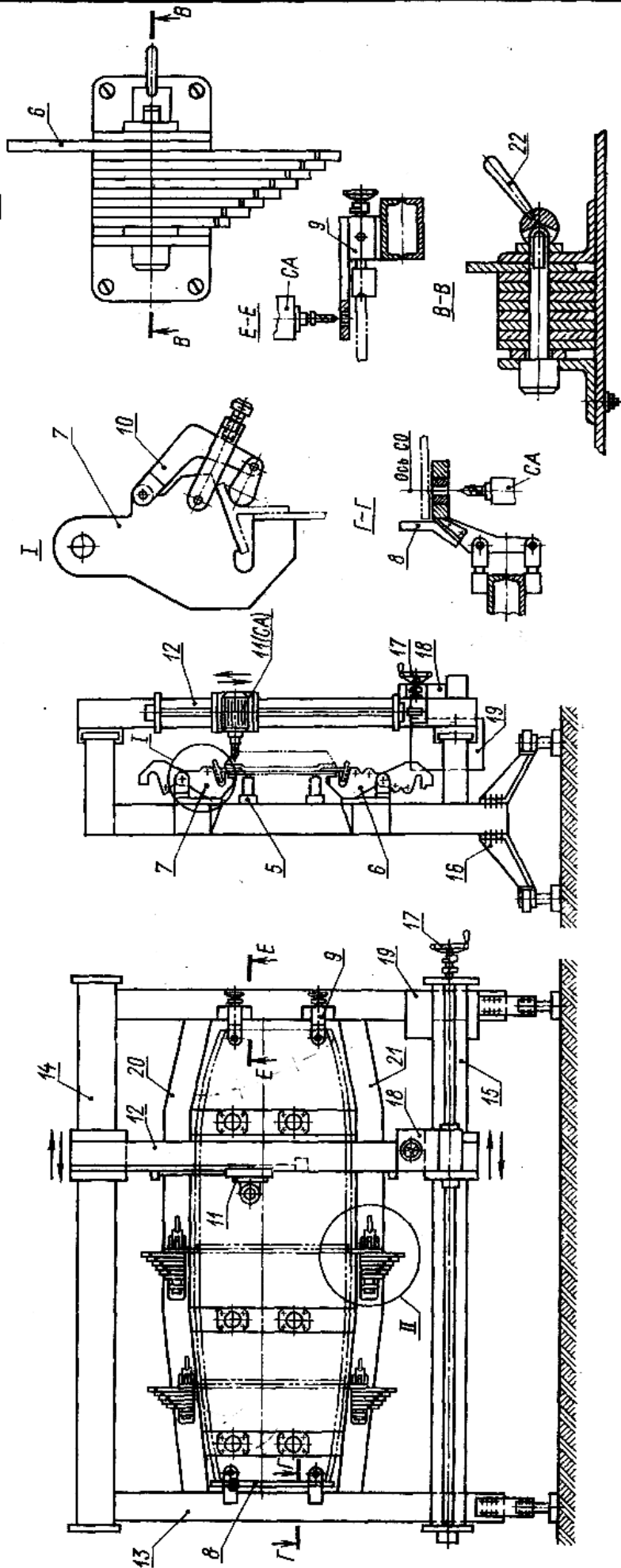


Схема сборки



Приспособление и его оснащение



В компоновке рассмотрен технологический процесс сборки герметичной панели одного типоразмера.

### 1. Конструктивно-технологические особенности панели и метод базирования

Панель состоит из стыковых гребенок 1 и 2, листов обшивки 5, 6, 7, стрингеров 3 и 4. Гребенки соединены с обшивками классными болтами с потайными головками, а стрингеры — заклепками ЗУ.

Все детали панели выполнены из материала Д16-Т. Для внутришовной герметизации принят герметик У-30мэс-5. Требуемая точность по обводу  $\pm 0,5$  мм.

В качестве баз приняты:

НП при образовании наружного обвода;

ОСБ и торцевые поверхности стыковых плит 8 (ПС-ПВ) и 9 (ПС-Н) для установки и закрепления в них гребенок 1 и 2; вырезы в ложементх 11 (ЛЖ) для установки и фиксации стрингеров 3 и 4; наружная поверхность обшивки НП и рабочие поверхности рубильников 15 (РБ) для установки и закрепления обшивок 5, 6, 7.

### 2. Условия поставки деталей панели на сборку

Стыковые гребенки 1 и 2 поступают на сборку полностью обработанными с отверстиями ОСБ, выполненными на 2 мм меньше диаметра стыкового болта для последующей разделки, собранного из данных панелей крыла в разделочном стенде.

Стрингеры 3 и 4 поступают на сборку с прирезанными торцами. Обшивки 5, 6, 7 поступают на сборку отформованными с обрезанными торцами и кромками.

### 3. Схема последовательности сборки, герметизации и выполнения соединений

Сборку производят в следующем порядке:

1) устанавливают стыковые гребенки 1 и 2 на плиты стыка 8, 9 приспособления и закрепляют их технологическими болтами ТБ;

2) устанавливают стрингеры 3 и 4 по вырезам в ложементх 11 (ЛЖ) и закрепляют в них прижимами 12;

3) на стрингеры 3 и 4 и опорные площадки 14 (ОП) устанавливают обшивки 5, 6, 7. Закрывают рубильники 15 (РБ). Прижимают обшивки к поверхностям рубильников прижимами 16 (ПР) и 13 (ПР), установленными на 11 (ЛЖ);

4) с помощью сверлильно-зенковального устройства, встроенного в сборочное приспособление, сверлят и зенкуют все отверстия под заклепки и болты;

5) разбирают панель, проводят подготовку поверхностей деталей панели к нанесению внутришовного герметика. Наносят шпателем на поверх-

ности деталей герметик У-30мэс-5. Вновь устанавливают панель в приспособление и собирают ее на контрольные болты;

6) соединяют детали панели на 20% заклепок. Разделяют отверстия под классные болты на установке СЗВУ. Соединяют гребенки с обшивками болтами.

По окончании процесса сборки панель снимают с приспособления и передают на пресс.

### 4. Приспособление и его оснащение

Приспособление состоит из каркаса 17, верхних и нижних балок 18, 19. Каркас опирается на основание 20. Верхняя балка закреплена на кронштейнах 21, а нижняя установлена на тумбах 22.

На балках смонтированы рубильники 15. Рубильники закрываются и поднимаются с помощью пневмогидравлических цилиндров 23. Закрепляют рубильники в рабочем положении при помощи гидрозатяжков 24. Управление подъемом, опусканием и фиксацией рубильников производят с пульта управления 25.

На ложементх 11 установлены прижимы 12 для установки стрингеров в продольном направлении, на других ложементх смонтированы прижимы 16, служащие для прижатия обшивки к рубильникам. Это обеспечивает получение требуемой точности обвода по наружной поверхности обшивки.

Сверление и зенкование отверстий производят с помощью СЗВУ. Сверлильная головка 26 установлена на траверсе 29 и перемещается по ее направляющим. Траверса вместе с головкой перемещается относительно панели в поперечном направлении по лекалам 27, выполненным эквидистантно теоретическому контуру панели. Лекала 27 закреплены на основании 20 и кронштейнах 21. Перемещение СЗВУ вдоль панели по траверсе производится автоматически с фиксацией в рабочем положении специальными штырями по отверстиям 28 в копирлинейке, установленной на траверсе 29.

Фиксация траверсы в рабочем положении, соответствующая ряду шва на лекалах 27, производится вручную специальными фиксаторами по отверстиям 30 на лекалах.

Плита стыка 8 поворотная, что обеспечивает свободный выем панели из приспособления. Плита 9 установлена на балках неподвижно.

После полной обработки отверстий под потайные заклепки и болты траверса с головкой СЗВУ отводится в нижнее крайнее положение (сеч. Е—Е) для открытия рубильников и снятия панели краном из приспособления.

Для обеспечения съема панели необходимо произвести следующее:

опустить траверсу с головкой; закрепить панель к крану, освободить фиксаторы и зажимы; снять технологические болты 10; поднять рубильники 15; отвести поворотную плиту 8; снять панель.



Схема сборки

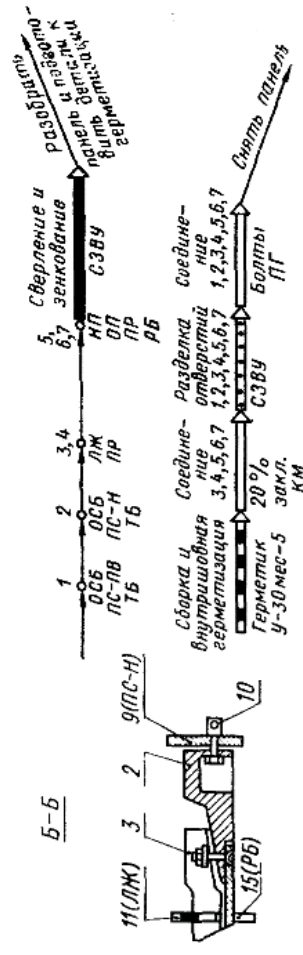
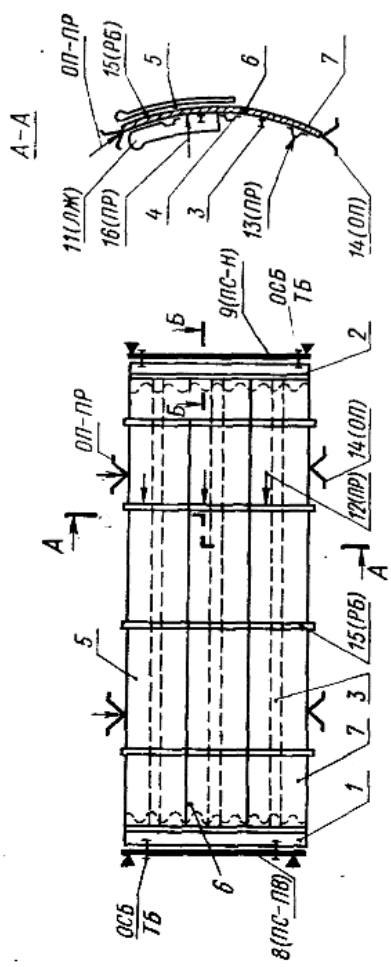
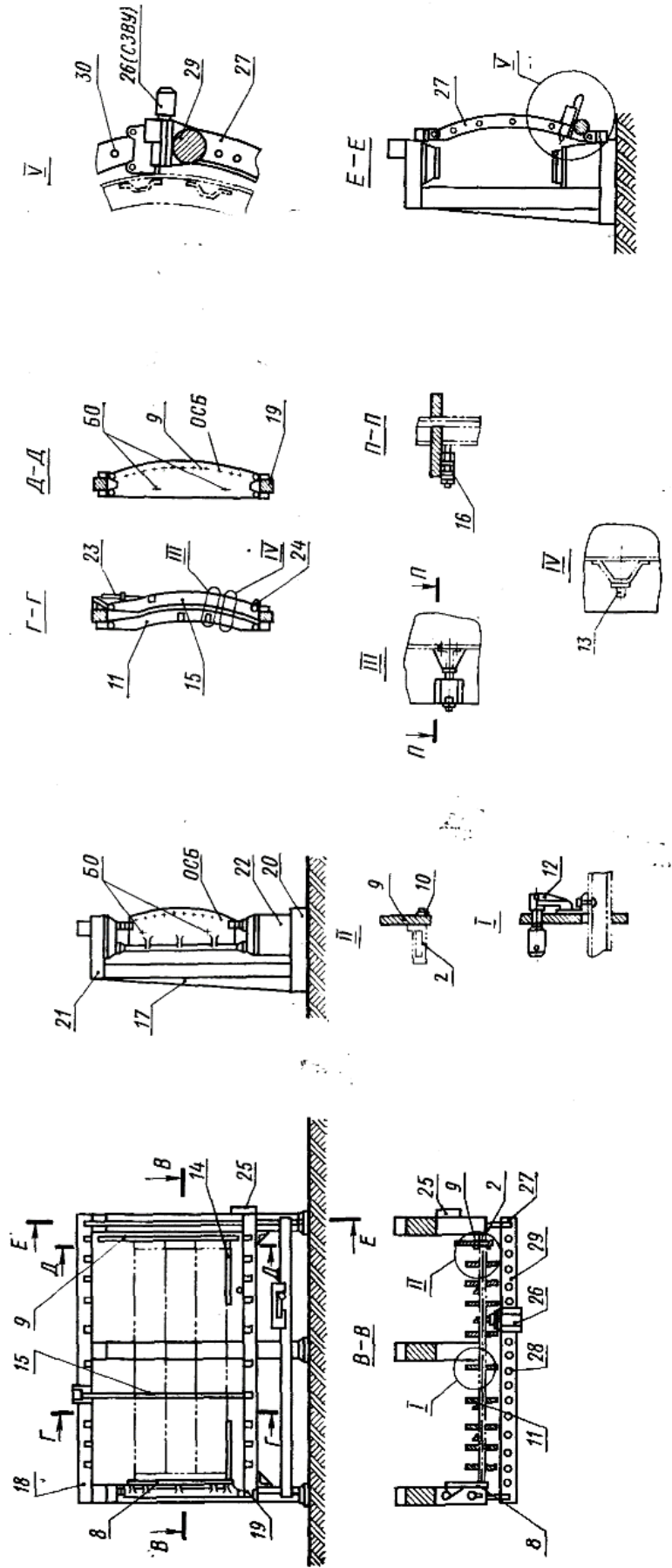


Схема базирования



Приспособление и его оснащение



Компоновка предназначена для сборки панелей хвостовых и концевых балок вертолетов и панелей фюзеляжа, гондол двигателей самолета и вертолета клепаных конструкций с базированием по НП и клепкой на автомате.

### 1. Конструктивно-технологические особенности панели и метод базирования

Панель состоит из полушпангоутов 1, стрингеров 2, обшивки 3 и стыковых угольников 4, установленных на каждом стрингере. Стыковой угольник выполнен из сплава В95, обшивка, стрингеры и полушпангоуты — из материала Д16А-Т и соединены между собой заклепками ЗП и ЗУ.

В качестве базы принята:

опорная поверхность 8 (ОП) сеч. Б — Б при установке полушпангоутов 1; вырезы в ложементх 5 (ЛЖ) для установки стрингеров 2. В продольном направлении стрингеры упираются в плиту стыка 6 (ПС-Н); наружная поверхность обшивки (НП) и поверхности рубильников 9 (РБ) при установке обшивки 3; ОСБ и поверхность плиты стыка 6 (ПС-Н) при установке стыкового угольника 4.

Обшивка, каждый стрингер, полушпангоуты и стыковые угольники прижимаются к рубильникам и плите стыка прижимами 7, 11, 12, 13, 14, 15 (ПР).

### 2. Условия поставки деталей панелей на сборку

Полушпангоуты 1, стрингеры 2 и обшивку 3 подают полностью обработанными.

Стыковые угольники 4 имеют отверстия ОСБ на 2 мм меньше диаметра стыкового болта и имеют НО для сверления отверстий в стрингерах.

### 3. Схема последовательности сборки и автоматической клепки панели

Сборку и автоматическую клепку панели производят на установке, состоящей из приспособления 16, платформы 19, выравнивающего устройства и клепального автомата 27.

Сборку производят в следующем порядке:

1) устанавливают полушпангоуты 1 на опоры 8 (ОП) на ложементх 5 (ЛЖ);

2) в пазы ложементов 5 (ЛЖ) устанавливают стрингеры 2 и прижимают их к плите стыка 6 (ПС-Н);

3) на стрингеры и полушпангоуты укладывают обшивку 3, упирая торец в плиту стыка 6 (ПС-Н) прижимами 7 (ПР). В поперечном направлении обшивку упирают на упоры 10 (ОП), поджимая прижимами 14 (ПР). Закрывают рубильники 9 (РБ);

4) устанавливают стыковые угольники 4, прижимая их к плите стыка 6 (ПС-Н) и закрепляют в плите технологическими болтами, вставленными в ОСБ. Полушпангоуты прижимают к опорам 8 (ОП)

зажимами 13 (ПР). В таком положении закрепляют стрингеры в ложементх 5 (ЛЖ) зажимами 12 (ПР).

Обшивку прижимают к рубильникам через стрингеры и стыковые угольники прижимами 11 (ПР) сеч. В — В, Е — Е, Н — Н и через полушпангоуты прижимами 15 (ПР);

5) поворачивают раму 16 на 90° и по НО в стыковых уголках 4 сверлят отверстия в стрингерах 2 пневмодрелью ПД. Соединяют уголки со стрингерами заклепками ЗП с помощью переносного пресса ПКП;

6) устанавливают панель в рабочую позицию (точку М) путем поворота рамы 16. Подводят в рабочую позицию, т. е. центрируют оси пуансонов автомата 27 относительно оси заклепки в точке М;

7) включают сверлильно-клепальный автомат СКА 27 на автоматический цикл работы. По окончании процесса клепки автомат отходит в исходную позицию.

Панель снимают с приспособления.

### 4. Сборочное приспособление и его оснащение

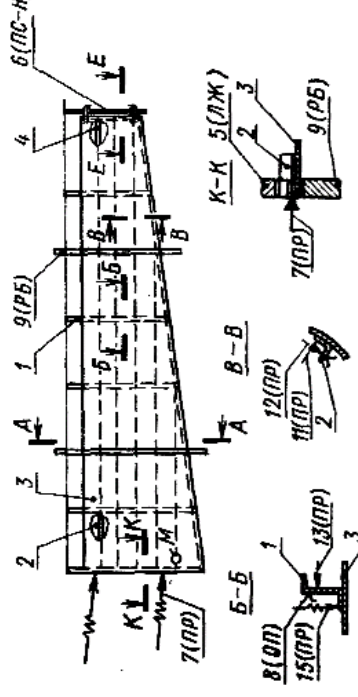
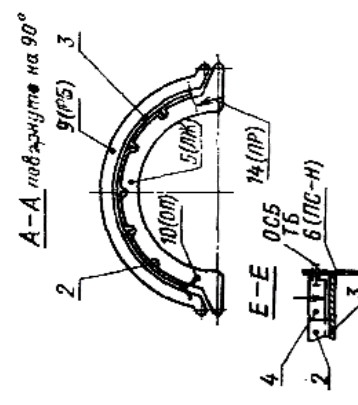
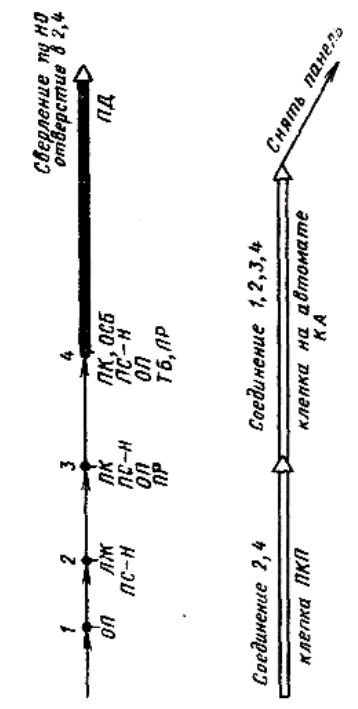
Приспособление представляет собой раму 16 с установленными на ней рубильниками 9 и ложементами 5. С одной стороны рама установлена на неподвижную шаровую опору 17, которая установлена на основании 18. Относительно опоры 17 рама может поворачиваться в продольном направлении на угол  $\alpha$  (сеч. С — С), в поперечном направлении на угол  $\beta$  (см. вид сверху), а вокруг продольной оси на угол  $\omega$  (сеч. И — И). С другой стороны рама 16 опирается на платформу 19 (сеч. Ю — Ю, И — И), относительно которой она может перемещаться в поперечном направлении (в направлении стрелок S) от привода 20. Платформа 19 установлена на оси привода 20 стола 21, относительно которой рама с панелью может поворачиваться в горизонтальной плоскости. Стол 21 перемещается по станине 22 от электродвигателя 23 в вертикальном направлении (стрелки Р). Станина 22 жестко закреплена на валу опоры 24. От электродвигателя 25 рама с установленной на ней панелью могут поворачиваться вокруг горизонтальной оси по стрелке L на угол  $\omega$ . Опора 24 и электродвигатель 25 закреплены на тумбе 26 в полу цеха.

Сверлильно-клепальный автомат 27 установлен на поперечных и продольных (28 и 29) направляющих и может перемещаться в продольном и поперечном направлениях от механизмов, установленных в станине автомата 27. Рубильники 9 открываются с помощью подъемника 31.

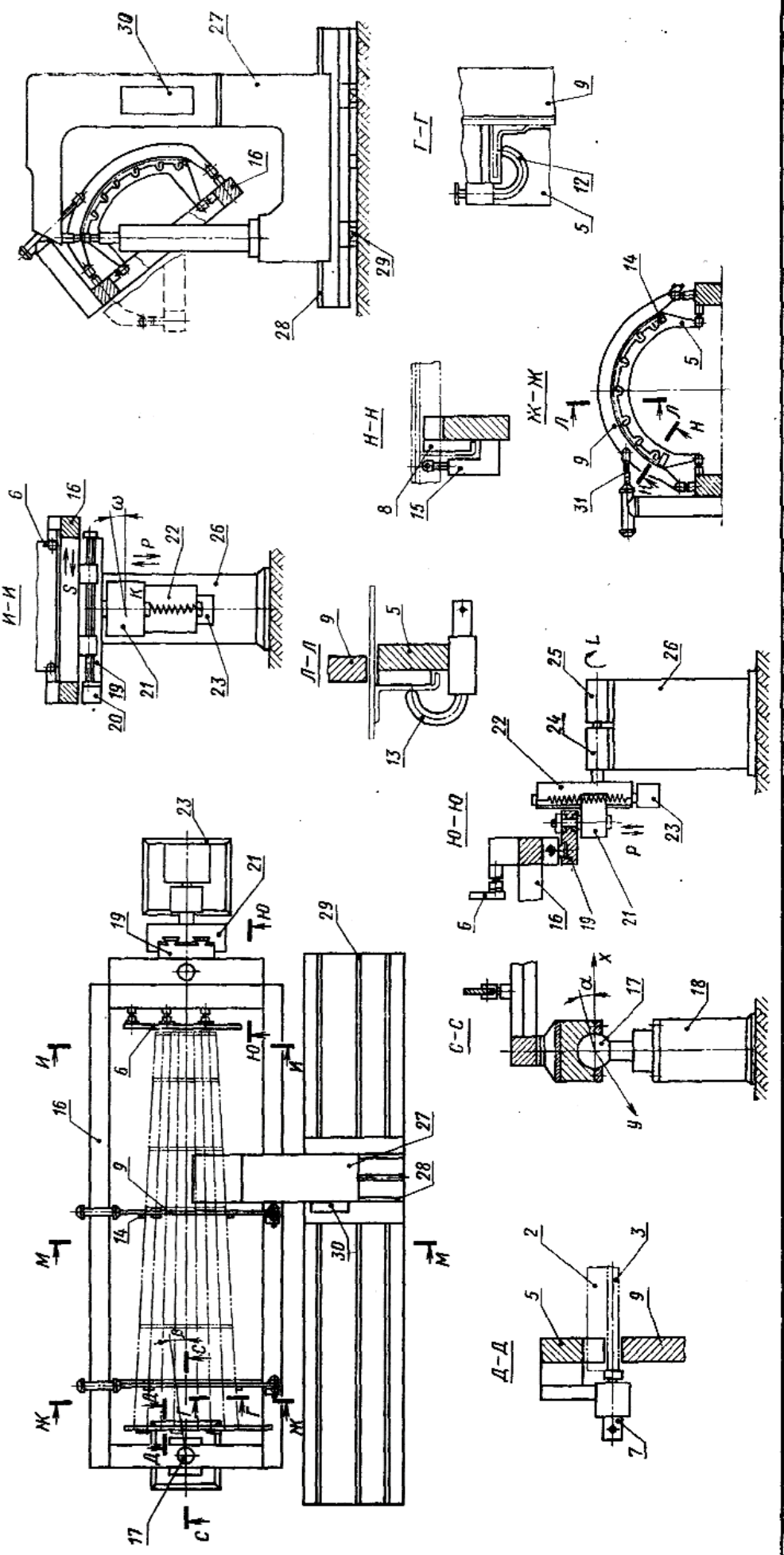
Управление работой автомата и выравнивание панели производится от механизма с числовым программным управлением с пульта 30, установленного на станине.

Схема сборки

Схема базирования



приспособление и его оснащение



Компоновка для сборки кессонов крыльев, стабилизаторов, килей самолетов и вертолетов.

Сборку кессона крыла клепаной конструкции производят с базированием по внутренней поверхности обшивки (ВП).

### 1. Конструктивно-технологические особенности кессона крыла и метод базирования

Кессон состоит из следующих основных элементов: стыковых профилей 1 и 2, лонжеронов 3, 4, нервюр 5, 10, монолитных панелей 7, 9. В панели 7 имеются люки, через которые выполняют соединение нервюр с компенсаторами 8, установленными в панелях 7 и 9.

Все детали кессона выполнены из сплава Д16-Т. Соединения панелей по внешним обводам выполнены заклепками с потайными головками (ЗУ), соединение элементов каркаса — заклепками ЗП. В стыковых профилях 1 и 2 имеются отверстия ОСБ. Требуемая точность по обводу  $\pm 1,0$  мм на сторону.

В качестве баз для сборки приняты:

ОСБ и поверхность плит разъемов 11 (ПС-Н) и 12 (ПС-П) при установке профилей разъемов 1 и 2;

УБО и поверхность опор 14, 15 (ОП) приспособления при установке лонжеронов 3 и 4;

СО при установке и закреплении нервюр 5, 10 и макетных нервюр 6 (МН),

внутренняя поверхность обшивки (ВП) и поверхность нервюр 6 (МН) при установке панелей 7 и 9.

### 2. Условия поставки узлов и панелей кессона на сборку

Стыковые профили 1 и 2 поступают на сборку обработанными, с просверленными отверстиями ОСБ. По торцам поверхности дан припуск 3 мм, а диаметр отверстия ОСБ выполнен на 2 мм меньше диаметра стыкового болта.

Лонжероны 3 и 4 поступают на сборку собранными с просверленными отверстиями УБО. В стойках лонжеронов просверлены СО и НО.

Нервюры 5 и 10 поступают на сборку собранными и с просверленными СО по стыку со стойками лонжеронов.

Панели 7 и 9 поступают на сборку с приклепанными компенсаторами 8. В компенсаторах просверлены НО. По местам соединения панелей с профилями разъемов просверлены НО. Герметизацию производят герметиком У-30мес-5.

### 3. Схема сборки

Сборку производят в приспособлении в следующей последовательности:

1) устанавливают стыковые профили 1 и 2 на плиты разъема 11 (ПС-Н) и 12 (ПС-П) и закрепляют технологическими болтами 13 (ТБ);

2) устанавливают лонжероны 3 и 4, базируя их по УБО и опорам 14, 15 (ОП), и закрепляют ТБ;

3) устанавливают часть самолетных нервюр 5, базируя их по СО в стойках лонжеронов и закрепляют их 16 (ТБ);

4) по НО в стойках лонжеронов сверлят отверстия в нервюрах 5. Соединяют нервюры с лонжеронами;

5) между самолетными нервюрами устанавливают макетные нервюры 6 (МН), базируя их на СО в стойках лонжеронов;

6) производят предварительную установку панели 7. Панель базируют по ВП и поверхности макетных нервюр 6 (МН). Прижимают панель к 6 (МН) прижимами 17. По НО в компенсаторах 8 сверлят отверстия под заклепки в самолетных нервюрах. Снимают панель 7;

7) производят предварительную установку панели 9. Панель базируют по тем же базам, как и нижнюю. По НО в компенсаторах сверлят отверстия в самолетных нервюрах 5. Соединяют панель через компенсаторы с самолетными нервюрами технологическими болтами;

8) снимают макетные нервюры 6 (МН) и вместо них устанавливают самолетные нервюры 10 по СО. По НО в компенсаторах 8 верхней панели сверлят отверстия под заклепки во вновь установленные нервюры 10. Снимают технологические болты, отводят панель;

9) наносят герметик У-30мес-5 на панели, полки лонжеронов и стыковые профили. Соединяют панель с нервюрами и профилями заклепками ЗП и ЗУ. Если не допускается выполнение сверлильных работ при герметизации, вводят повторную установку панели 7;

10) наносят герметик У-30мес-5 на поверхность панели 9, полки лонжеронов и стыковых профилей. Соединяют панель. Сверление и клепку производят через технологический люк в верхней панели;

11) подводят СЗВУ и ПКВ в исходную позицию. Включают СЗВУ на автоматический режим работы. По окончании сверления вставляют заклепки ЗУ и клепают их установкой ПКВ. Отводят СЗВУ и ПКВ в исходную позицию. Управление работами СЗВУ производят с пульта 29;

12) обводы контролируют шаблонами ШЭК по контрольным сечениям. Наносят на нижнюю панель нивелировочные точки. Снимают кессон.

### 4. Приспособление и его оснащение

Приспособление состоит из колонн 23, 25, 26, стоек 24, балок 20, 21. Стыковые плиты смонтированы на колоннах 23, 25. Плита 12 приводится в движение штурвалом 27.

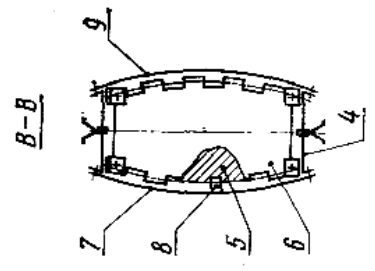
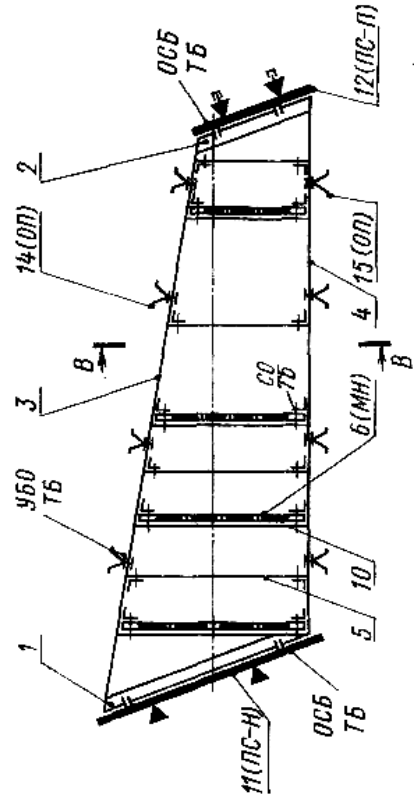
Верхняя и нижняя балки 20, 21 нормализованы и на них смонтированы:

опорные подвижные кронштейны 14, 15. Кронштейны устанавливают по дистанции на расстоянии  $l=300 \dots 500$  мм. Установка кронштейнов по высоте осуществляется винтовым механизмом, а в рабочем положении они фиксируются штыревыми фиксаторами 28;

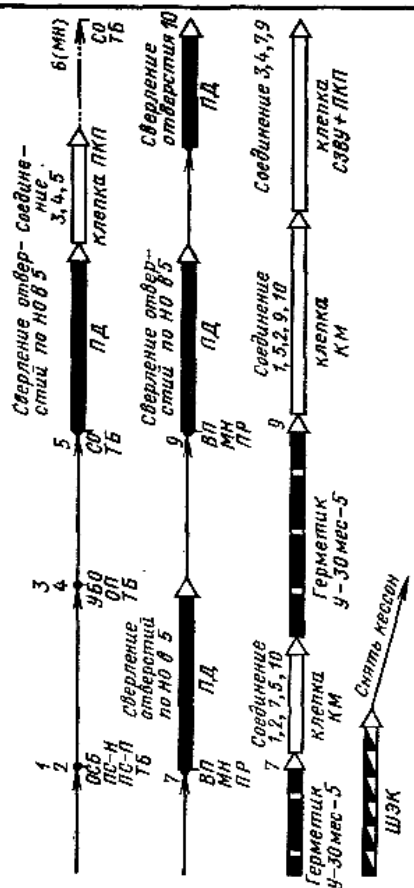
дистанционные копир-линейки 22 с установленными на них сверлильно-зенковальными устройствами 18, 19. Управляют головками от пульта 29.

Колонны приспособления установлены и закреплены в полу цеха.

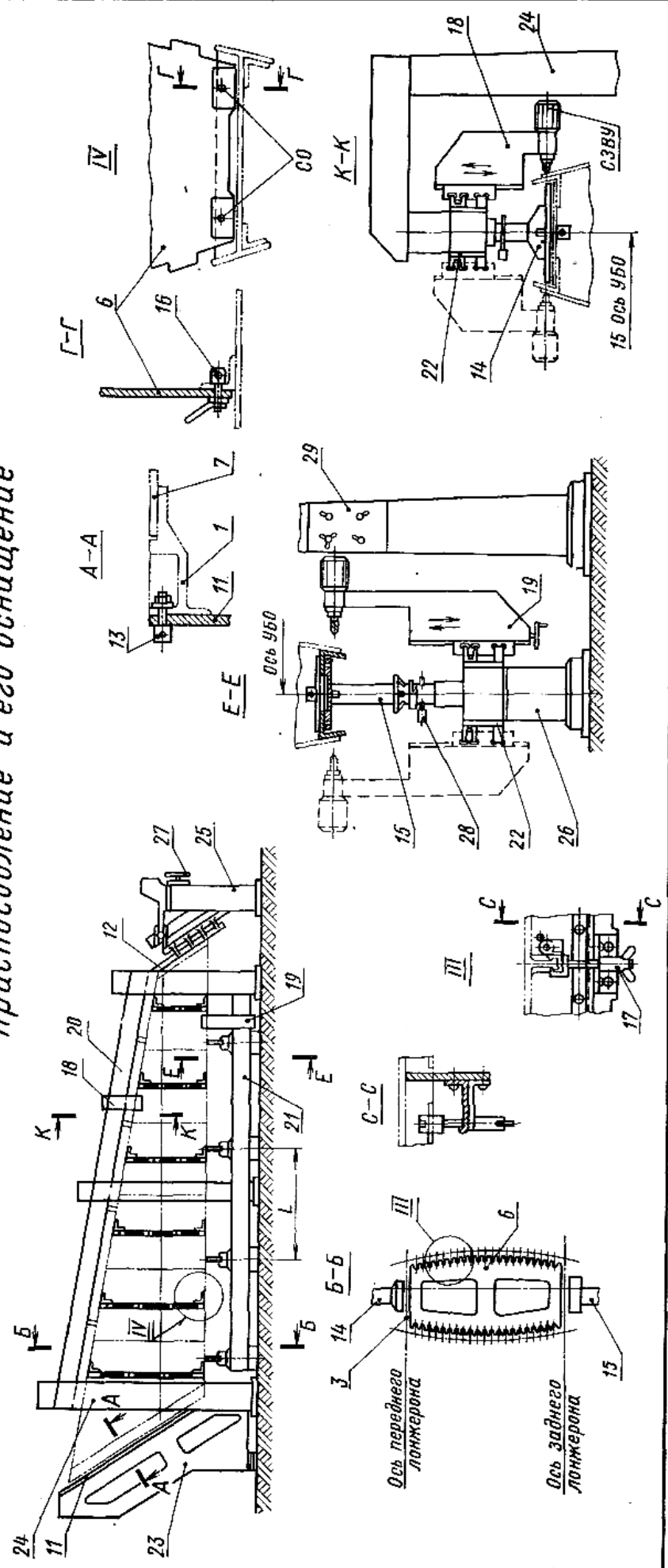
# Схема базирования



# Схема сборки



# Приспособление и его оснащение



Компоновка разработана для сборки ОЧК, стабилизаторов, килей стреловидной и нестреловидной формы вертолетов и самолетов с базированием по поверхности каркаса (ПК).

В данном примере рассмотрена сборка ОЧК стреловидного крыла клепаной конструкции.

### 1. Конструкторско-технологические особенности ОЧК и метод базирования

ОЧК состоит из лонжеронов 1 и 2, нервюр 3, нижней и верхней панелей 5 и 7 с компенсаторами 6 и съемным люком 8, носка 4, хвостовой части 9, законцовки крыла 10, торцевой нервюры 11.

Все детали, узлы и панели ОЧК выполнены из материала Д16-Т. Соединения деталей выполнены заклепками ЗП и ЗУ. Обтекатель законцовки крыла 10 крепится винтами.

В качестве баз приняты:

ОСБ при установке лонжерона 1 в приспособление и фиксаторы 12, 13 (ФП);

ОСБ при установке лонжерона 2 и поверхности опор 14 (ОП) приспособления;

СО при установке и закреплении нервюр 3 носка 4, торцевой нервюры 11 и хвостовой части 9;

поверхность каркаса ПК при установке панелей 5 и 7 и законцовки крыла 10.

### 2. Условия поставки деталей, узлов и панелей на сборку

Лонжерон ОЧК 1 поступает на сборку собранным с установленными узлами стыка центроплана и узлами навески элерона. В отверстиях ОСБ узлов стыка имеется припуск 2 мм. В узлах навески элерона установлены подшипники. В лонжероне установлены стойки для крепления нервюр. В стойках имеются СО и НО.

Нервюры 3 и носок 4 поступают на сборку собранными, нервюры имеют СО по стыку со стойками лонжеронов.

Панели 5 и 7 подаются на сборку собранными со стрингерами и приклепанными к ним компенсаторами 6 с отверстиями НО. Панель 7 имеет съемный люк 8.

Хвостовая часть 9 и законцовка крыла 10 поступают на сборку собранными.

### 3. Схема последовательности сборки и выполнения соединений

Сборку крыла производят в следующем порядке:

1) устанавливают лонжерон 1, базируя его по ОСБ в узлах стыка с центропланом и узлах навески элеронов;

2) устанавливают лонжерон 2 на ОСБ в узле стыка с центропланом и опоры 14 (ОП) приспособления;

3) устанавливают нервюры 3 по СО в стенке и стойках лонжеронов 1 и 2, затем крепят ТБ. Сверлят отверстия по НО в стойках и соединяют нервюры с лонжеронами заклепками ЗП;

4) открывают рубильники и устанавливают носок 4. По НО в стойках сверлят отверстия в стенках нервюр носка, соединяют их заклепками ЗП. По кондукторным линейкам 18 сверлят и зенкуют отверстия в обшивке носка и полке лонжерона, и соединяют носок с лонжероном заклепками ЗУ;

5) открывают рубильники по нижней дужке крыла, устанавливают на каркас панель 5. Соединяют ее с нервюрами через компенсаторы 6. По кондукторным линейкам 18 сверлят и зенкуют отверстия в панели и полках лонжеронов 1 и 2. Затем соединяют панель с нервюрами и лонжеронами заклепками ЗУ и ЗП;

6) открывают рубильники по верхней дужке крыла, устанавливают панель 7 и соединяют ее с каркасом;

7) для подхода к зонам сборки съемный люк снимают; устанавливают хвостовую часть крыла 9. По НО в стойках лонжеронов сверлят отверстия в стенках нервюр и соединяют хвостовую часть с лонжероном 1. По линейкам 18 сверлят отверстия в обшивке и в поясах лонжерона 1, зенкуют отверстия и соединяют заклепками ЗУ;

8) устанавливают обтекатель крыла 10 и закрепляют в каркасе крыла рубильником 16 (РБ);

9) устанавливают торцевую нервюру 11 по СО в стойках лонжеронов 1 и 2 и в стенке нервюры;

10) по кондукторам 30 и 31 в обшивке сверлят отверстия УБО для установки крыла в разделочный стенд.

### 4. Приспособление и его оснащение

Приспособление состоит из каркаса, верхних и нижних балок, узлов фиксации разъемов крыла с центропланом и навески элерона.

Каркас состоит из нормализованных элементов: основания 26, колонн 19 и кронштейнов 23.

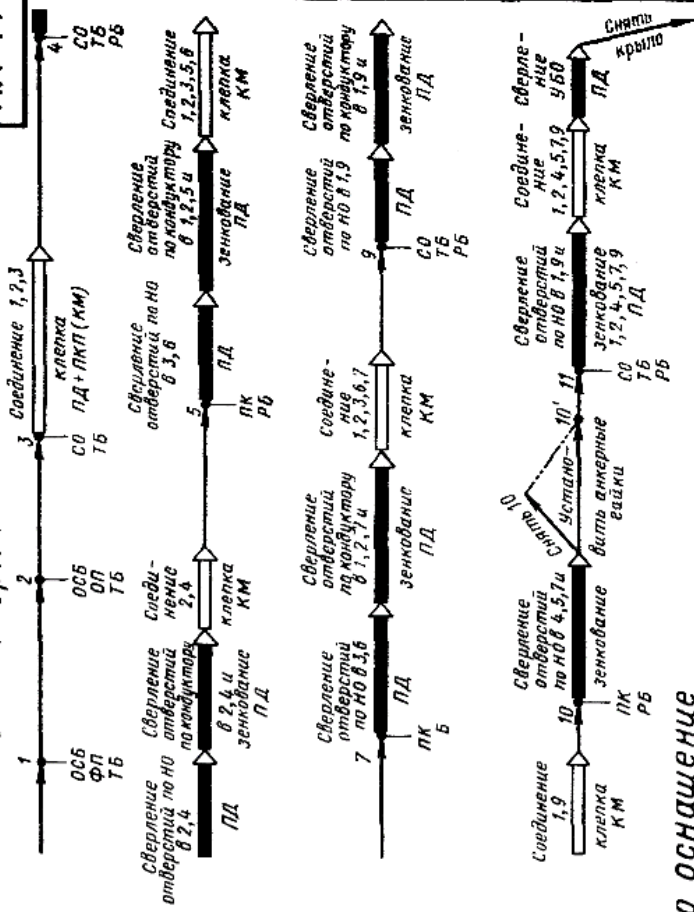
На балках 20 и 21 смонтированы рубильники 15, 16, 17 с гидроподъемниками 24 и фиксаторы навески элерона 13. На наклонной балке 22 установлены фиксаторы 12 узлов разъема крыла с центропланом.

Рубильники 15, 16, 17 закрепляют в вилках нижней балки гидравлическими зажимами 25.

На рубильниках 15 смонтированы упоры 14. Они служат для установки в сборочное положение переднего лонжерона 2. Управление гидроподъемниками 24 и гидравлическими зажимами 25 производят от пульта 27 кранами 28 и 29.

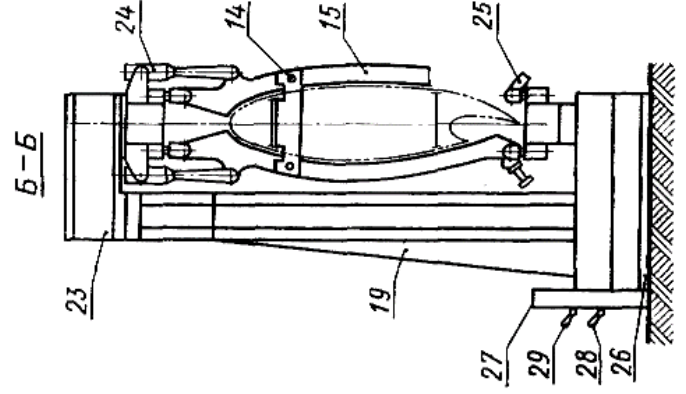
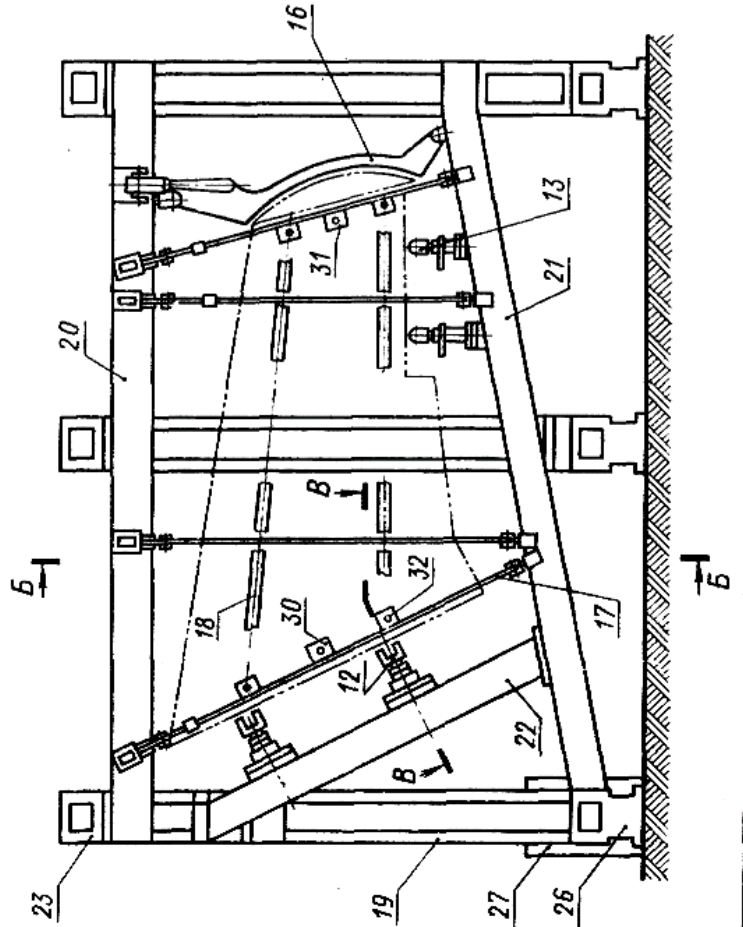
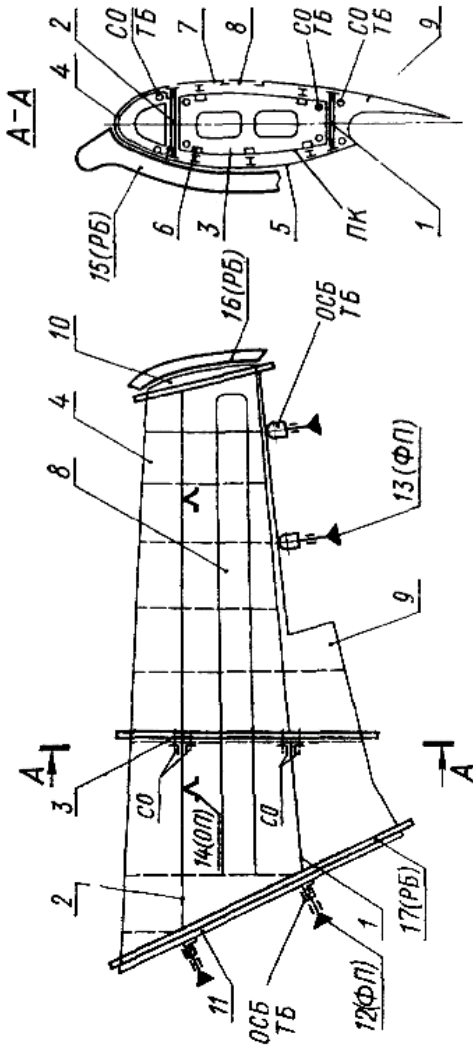
На рубильниках у торцевой и корневой нервюр по нижней дужке смонтированы кондукторные втулки 30 и 31 для сверления отверстий УБО в обшивке 32 и нанесения нивелировочных точек на ОЧК.

Схема сборки



Приспособление и его оснащение

Схема базирования



В компоновке рассмотрена сборка носовых, хвостовых частей фюзеляжа самолета, кабин вертолетов, гондол двигателей, хвостовых балок вертолета, воздухозаборников самолетов и вертолетов клепаной конструкции.

В данном примере рассмотрена сборка с базированием по ПК герметичного отсека фюзеляжа самолета.

### 1. Конструктивно-технологические особенности отсека и методы базирования деталей, узлов и панелей

Носовой отсек состоит из следующих основных деталей узлов и панелей:

силовых шпангоутов 1, 2, 3, 4, 5. Шпангоут 5 герметичен;

стыковых узлов навески крыла 6 и 7 и узла 8 для установки передней стойки шасси, силовых стрингеров 9 и 11 и пола кабины летчика 12;

панелей 13 (правой и левой), 14, 15.

Узлы навески крыла и стойки шасси выполнены из материала 30ХГСНА, а остальные детали из Д16-Т. Соединения выполнены болтами и заклепками ЗУ и ЗП.

Внутришовную герметизацию панелей, пола и шпангоута 5 производят герметиком У-30мэс-5, а поверхностную всего отсека — герметиком УТ-32. Требуемая точность по обводу  $\pm 1,0$  мм на сторону.

В качестве баз приняты:

поверхность каркаса ПК и рабочие поверхности рубильников 18 (РБ) при установке силовых шпангоутов 1, 2, 3, 4;

ОСБ при установке стыковых узлов навески крыла 6 и 7, узла передней стойки шасси 8 и стыкового шпангоута 5;

поверхность каркаса ПК при установке панелей 13, 14, 15;

поверхность каркаса ПК и плиты 23 (ПС-ПВ) при установке воздухозаборника 17.

### 2. Условия поставки деталей на сборку

Силовые шпангоуты подаются на сборку собранными.

В силовых узлах 6, 7, 8 и стыковом шпангоуте 5 просверлены отверстия ОСБ на 2 мм меньше диаметра стыкового болта для последующей разделки этих отверстий. В шпангоуте 5 проведена герметизация.

В стыковом шпангоуте 5 имеется припуск  $+2$  мм по торцу для фрезерования в разделочном стенде.

В силовых стрингерах 9 и 11 просверлены НО для соединения их с обшивкой.

Панели поступают на сборку собранными с угольниками и поперечным набором и прирезанными кромками. В них выполнена внутришовная и поверхностная герметизация, которую выполняют кистью. На панелях 14 установлены накладки 16, в которых просверлены НО.

Воздухозаборник и пол кабины летчика собраны.

### 3. Схема последовательности операций сборки и выполнения соединений

Сборку отсека проводят в следующем порядке. Устанавливают силовые шпангоуты 1, 2, 3 и 4, положение которых фиксируют рубильниками 18 по обводу, а по торцам упорами 25 на рубильниках. Стыковой шпангоут 5 фиксируют по плите стыка 20 (ПС-Н). На шпангоуты устанавливают узлы навески крыла 6 и 7 и стойки шасси 8. При этом положение узлов фиксируют подвижными фиксаторами 21, 22 (ФП) и крепят к ним штыревыми фиксаторами ФШ.

По НО в узлах 6, 7, 8 сверлят отверстия в шпангоутах 2, 3, 4.

Открывают рубильники 18 (РБ) правой и левой стороны и по вырезам в силовых шпангоутах устанавливают стрингеры 9, 11. Закрывают рубильники и прижимают к ним стрингер 9 прижимами. Сверлят по НО угольника 10 отверстия в стрингере 9, 11 и соединяют их заклепками.

Далее устанавливают пол кабины летчика 12, снимают рубильники 18 (РБ), на их место устанавливают рубильники 19 (РБ), рабочий контур которых выполнен по наружному обводу обшивки. Устанавливают панели 13 (правую и левую), 14, 15, опирая их на каркас и прижимают рубильниками 19 (РБ) к каркасу. Соединяют панели с каркасом заклепками ЗУ.

Устанавливают воздухозаборник 17 по поверхности каркаса шпангоута 1 и фиксируют плитой стыка 23 (ПС-ПВ).

По окончании процесса сборки отсека в обшивке по шпангоутам 2 и 4 сверлят два отверстия УБО по кондукторам 37, укрепленным на рубильниках. Собранный отсек снимают.

### 4. Сборочное приспособление и его оснащение

Приспособление состоит из каркаса, стыковых плит, комплектов рубильников, фиксаторов стыка фюзеляжа со стойкой передней ноги шасси и с крылом, транспортной тележки и рельсового пути для выема собранного отсека из приспособления.

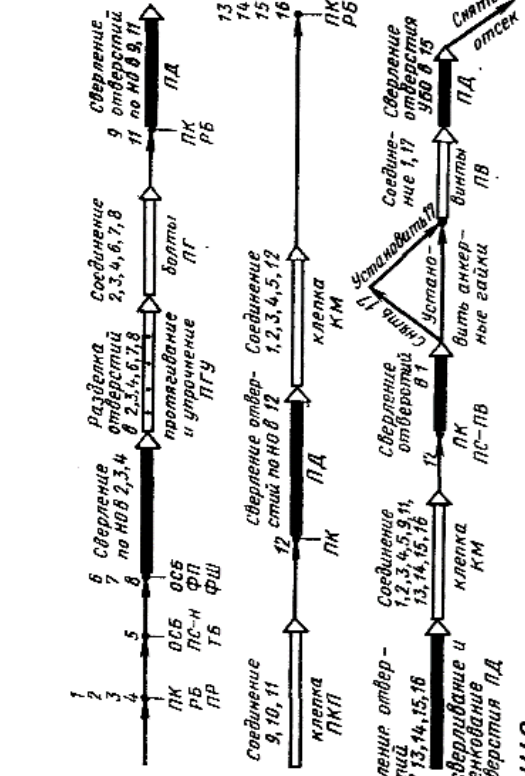
Каркас состоит из колонн 33, основания 34, верхних и нижних балок (поперечных и продольных) 29, 30. Каркас установлен на полу цеха. Стыковая неподвижная плита 20 смонтирована на балках. На поворотной плите 23 смонтирован фиксатор воздухозаборника. На верхних и нижних балках крепятся рубильники 18 и 19, которые поднимаются с помощью пневмогидроцилиндров 24. Закрепляют рубильники гидрозажимами 31. Управление гидрозажимами и цилиндрами 24 производят с пульта 32 кранами 39.

Выдвижные фиксаторы 21 и 22 узлов навески крыла и передней стойки шасси фиксируются штыревыми фиксаторами 27, 28. Собранный отсек выкатывают на ложементы 35 по рельсовому пути 36.

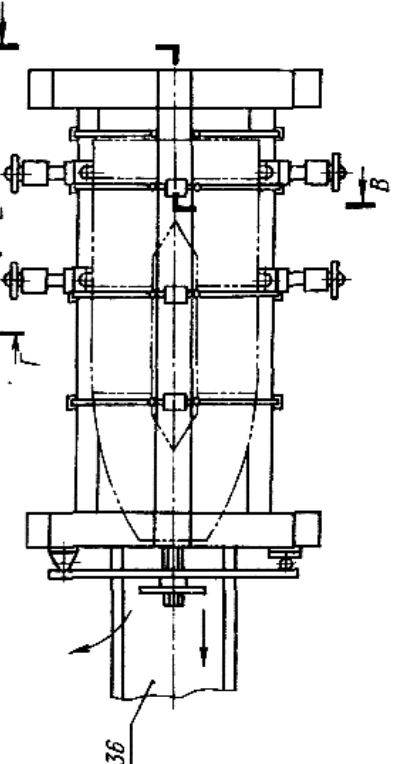
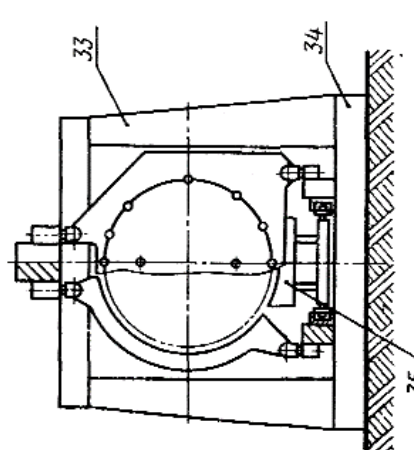
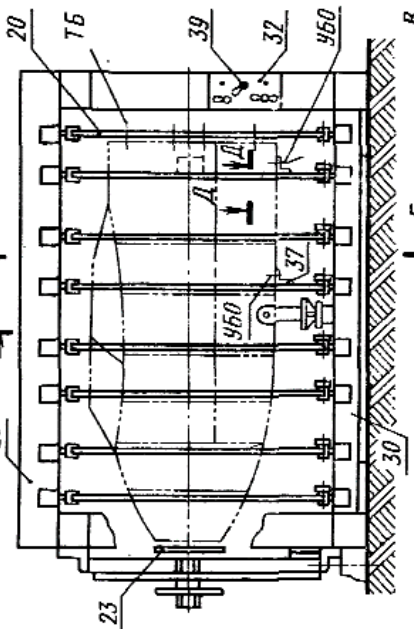
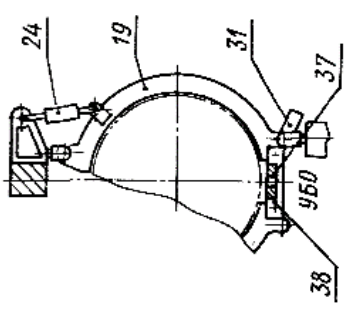
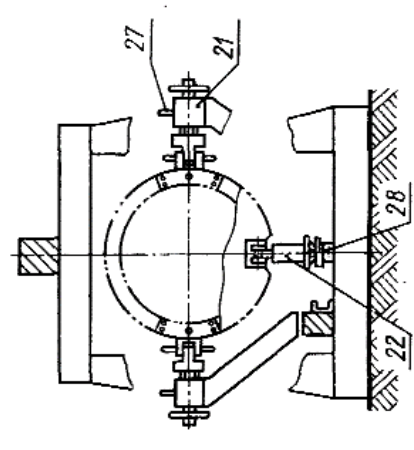
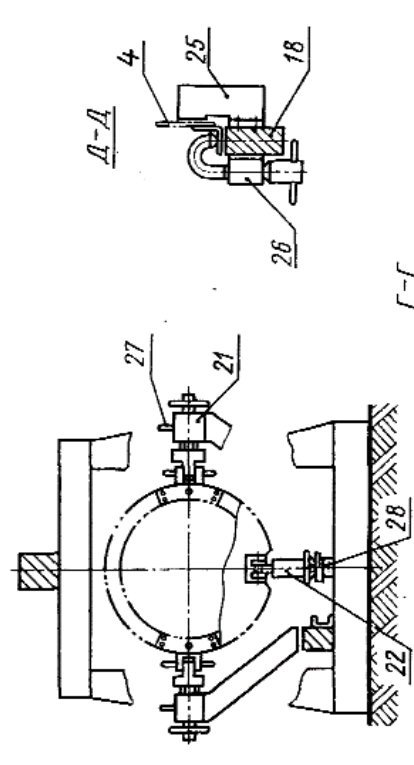
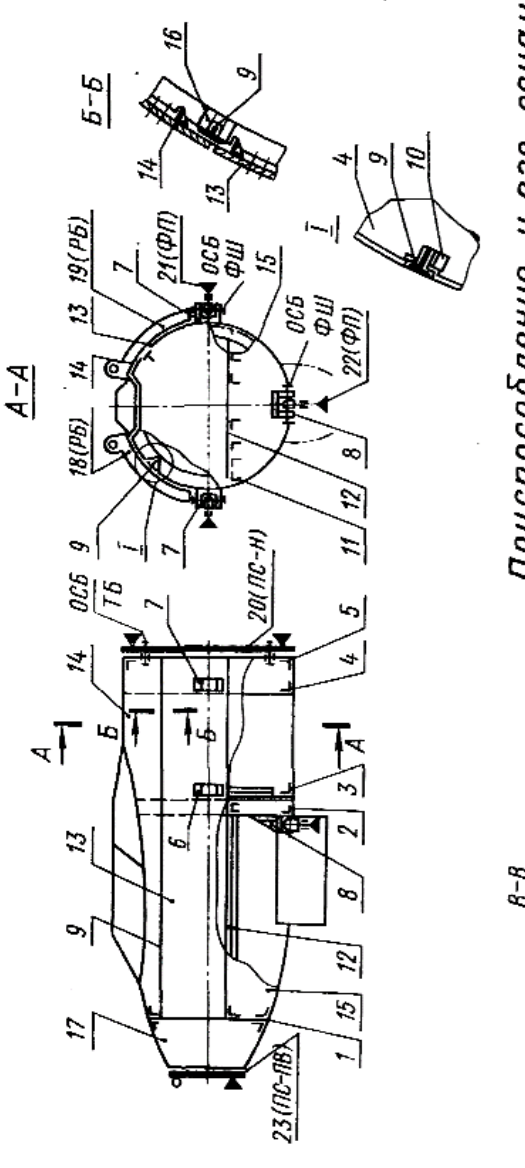


# Схема сборки

# Схема базирования



# Приспособление и его оснащение



Компоновка разработана для сборки отсеков фюзеляжей, гондол двигателей, гондол шасси самолетов, хвостовых балок, вертолетов клепаной конструкции.

В компоновке в качестве примера рассмотрена сборка отсека фюзеляжа самолета клепаной конструкции, имеющего технологический и конструктивный стыки.

### 1. Конструктивно-технологические особенности отсека фюзеляжа и метод базирования

Отсек фюзеляжа имеет два поперечных разъема: один — конструктивный, служащий для соединения с герметичной кабиной; другой — технологический для неразъемного соединения его с хвостовой частью.

Поперечный отсек фюзеляжа состоит из силовых и промежуточных шпангоутов. Силовые шпангоуты 1, 2, 3, 4 сборной штампованной конструкции выполнены из материала АК-6.

Шпангоут 5 сборной конструкции выполнен из Т-образного профиля, материала Д16-Т.

Пол представляет собой конструкцию, состоящую из системы продольных и поперечных балок 10, 9.

Верхняя панель 12 клепаной конструкции состоит из обшивки, продольного стрингерного набора и верхних частей промежуточных шпангоутов.

Верхняя и нижняя панели соединяются листом 15 через усиленные стрингеры 13 и 14 заклепками.

В качестве баз приняты:

ОСБ и поверхность плиты стыка 16 (ПС-ПВ) при установке стыкового шпангоута 1;

КФО и опорные поверхности фиксаторов приспособления 17 (ФП) при установке силовых шпангоутов 2, 3, 4;

КФО и базовая плоскость плиты 18 (БП) при установке шпангоута 5;

МО и опорные поверхности фиксаторов приспособления 19 (ФП) при установке макетных шпангоутов 6 (МШ);

наружная поверхность обшивки НП и рабочие поверхности рубильников 20 (РБ) при установке и закреплении нижних панелей 7 и 8;

КФО и опорные поверхности дистанционных штанг 22 (ДШ) при установке поперечных балок пола;

внутренняя поверхность обшивки (ВП) и поверхности макетных и силовых шпангоутов при установке верхней панели 12.

### 2. Условия поставки деталей, шпангоутов и панелей на сборку

Стыковой шпангоут 1 поступает на сборку собранным с отверстиями ОСБ и НО.

Силовые шпангоуты 2, 3, 4, 5 поступают на сборку собранными с отверстиями КФО и НО.

Панели 7, 8 и 12 поступают на сборку полностью собранными с обрезанными кромками и торцами.

Стыковые стрингеры 13 и 14 поступают на сборку с установленными в них уголками для соединения со шпангоутами.

### 3. Последовательность процесса сборки и выполнения соединений

Сборку отсека фюзеляжа производят в следующем порядке:

1) устанавливают стыковой шпангоут 1 на плиту стыка 16 (ПС-ПВ);

2) устанавливают силовые шпангоуты 2, 3, 4 по КФО и закрепляют в фиксаторах 17 (ФП) приспособления;

3) устанавливают шпангоут 5 на КФО на плиту 18 (БП) и закрепляют в ней ТБ;

4) устанавливают макетные шпангоуты 6 (МШ), базировав их по БО (см. сеч. Б -- Б);

5) на нижние части рубильников 20 (РБ) устанавливают нижние панели 7 и 8;

6) устанавливают поперечные балки 9 пола, базировав их по КФО и закрепляют в опорных элементах дистанционных штанг 22 (ДШ) макетных шпангоутов 6 (МШ);

7) устанавливают продольные балки 10;

8) снимают дистанционные штанги 22 (ДШ), укладывают настил 11 пола и соединяют настил с балками заклепками;

9) устанавливают верхнюю панель 12 на обводы макетных и силовых шпангоутов;

10) по вырезам в макетных шпангоутах 6 (МШ) устанавливают силовые стрингеры 13 и 14 и закрепляют их прижимами 23, 24 (ПР);

11) снимают шпангоуты 6 (МШ) и отводят фиксаторы 17, 19 (ФП) в исходное положение. Устанавливают боковые обшивки 15 на каркас и по НО в шпангоутах и силовых стрингерах сверлят отверстия в обшивке.

По окончании процесса сборки отсек фюзеляжа опирают на ложементы транспортной тележки 41, снимают боковые части рубильников, а нижние части опускают на домкратах. Отсек фюзеляжа перемещают вместе с тележками по рельсовому пути вперед по полету.

### 4. Приспособление и его оснащение

Приспособление состоит из каркаса, стыковых плит, балок, рубильников, транспортных тележек и рельсового пути.

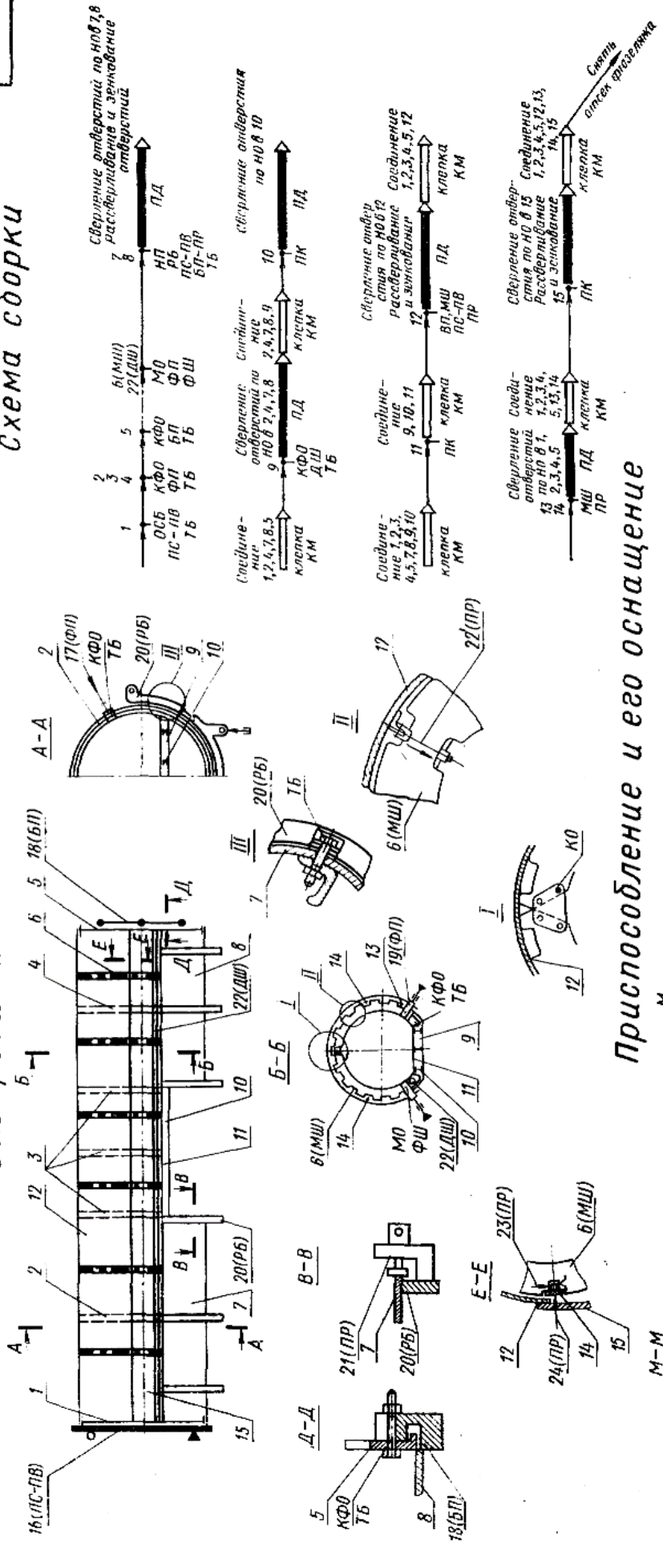
Рама с плитой фиксируется в рабочем положении винтовым замком 32.

На верхних и нижних балках 33 и 34 крепятся рубильники 20. Верхние балки 33 установлены на стойках 35 в полу цеха. Нижняя балка 34, состоящая из двух частей, может перемещаться в вертикальном положении от механизма подъема 36 по направляющим 37 и закрепляется в рабочем положении штыревыми фиксаторами 38. Механизм подъема рубильников и направляющие установлены на основании 39 в полу цеха.

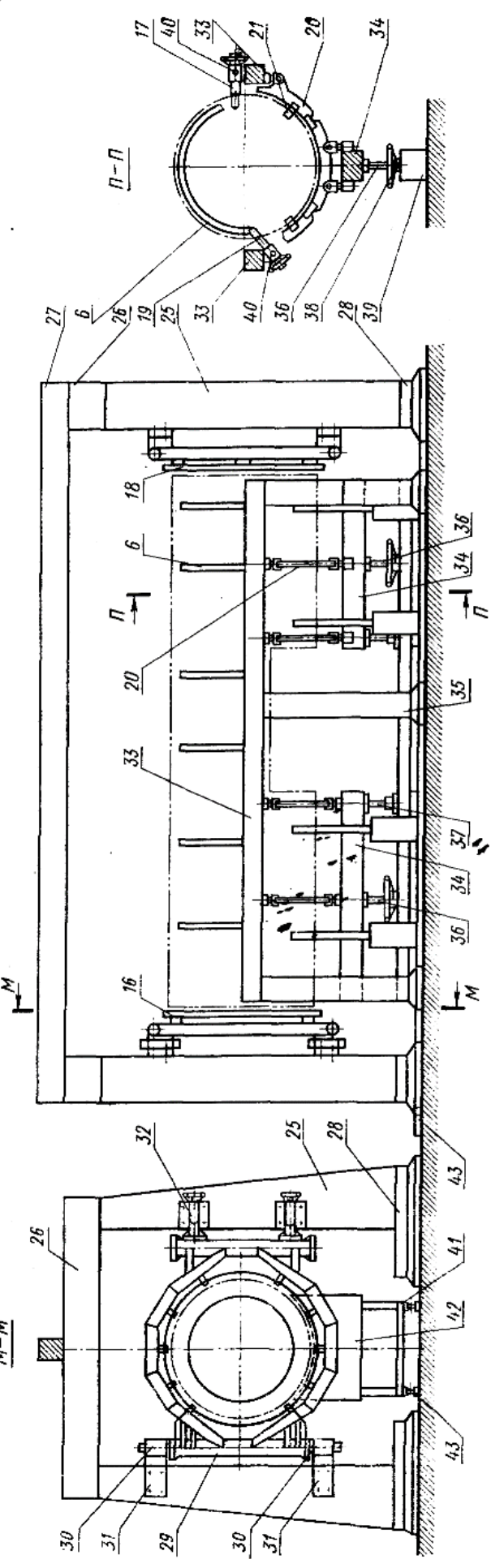
На верхних балках 33 смонтированы узлы фиксации силовых шпангоутов 17 и макетных шпангоутов 19.

# Схема сборки

# Схема базирования



# Приспособление и его оснащение



Компоновка предназначена для сборки отсеков фюзеляжа самолетов и вертолетов клепаной конструкции.

### 1. Конструктивно-технологические особенности центральной части вертолета и метод базирования

Центральная часть фюзеляжа вертолета включает в себя грузовую кабину и задний отсек.

В качестве баз приняты:

ОСБ в узлах 3, 4, 5, 6 и в фиксаторах 30, 31, 32 (ФП) и плите 33 (ПС-ПВ) при установке и закреплении пола 1;

ОСБ и поверхность плиты стыка 33 (ПС-ПВ) при установке профиля стыка 8;

ОСБ в шпангоутах 9 и 10, поверхность каркаса, фиксаторы 34 (ФП) и рабочая поверхность рубильников 35 (РБ);

поверхность каркаса ПК и рабочие поверхности рубильников 35 (РБ) при установке шпангоута 11; поверхность каркаса ПК и поверхность плиты 37 (ПС-Н) при установке и закреплении наклонного шпангоута 12, 13, 14;

поверхность каркаса ПК, ОСБ в узлах 18, 19 и фиксаторы 39, 40 (ФП) при установке и закреплении потолочной панели 17;

поверхность каркаса ПК при установке боковых панелей 22 и поверхность плиты 33 (ПС-ПВ);

при установке заднего отсека 24 базами являются ОСБ в профиле стыка 28 и плите 41 (ПС-Н), отверстие под опору 25 хвостового вала трансмиссии и фиксатор 42 (ФП);

ОСБ в узлах 13, 20, 29 и фиксаторы 43, 44, 45 (ФП) при установке узлов на отсек.

### 2. Условия поставки деталей, узлов, панелей и заднего отсека на сборку

Пол грузовой кабины 1 поступает на сборку полностью собранным с узлами 3, 4, 5, 6, профиль стыка 8 с просверленными ОСБ и НО в местах соединения с панелями.

Силовые шпангоуты 9 и 10 поступают на сборку собранными. В них установлены фитинги 21 с отверстиями ОСБ под болты крепления рамы главного редуктора.

Шпангоуты 11 и 12 и стрингер 15 поступают на сборку склепанными. В полках стрингера и уголках имеются НО.

Потолочная панель 17 поступает на сборку собранной с обработанными кромками и торцами. На ней установлены узлы 18, 19.

Бортовые панели 22 поступают на сборку собранными со стрингерами и промежуточными шпангоутами.

Задний отсек 24 поступает на сборку собранный с установленными на нем опорами 25, 26, 27 хвостового вала трансмиссии, отверстиями ОСБ по профилю стыка 28.

### 3. Схема последовательности сборки и выполнения соединений

Сборку центрального отсека фюзеляжа вертолета производят в следующем порядке:

1) устанавливают пол 1, базировав его по отверстиям ОСБ в узлах 3, 4, 5, 6;

2) устанавливают и закрепляют профиль стыка 8, базировав его по ОСБ в плите стыка 33 (ПС-ПВ);

3) устанавливают силовые шпангоуты 9 и 10 на пол кабины;

4) устанавливают шпангоут 11 на пол;

5) устанавливают наклонный шпангоут 12 на плиту 37 (ПС-Н);

6) устанавливают стрингер 15 по вырезам в шпангоутах 9, 10, 11. Соединяют стрингер 15 со шпангоутами заклепками ЗП;

7) устанавливают потолочную панель 17 на каркас;

8) снимают рубильники 35 (РБ) и на их место устанавливают рубильники 35' (РБ) с обводом, выполненным по наружным поверхностям обшивки НП. Устанавливают боковую панель 22 и ленту 23;

9) устанавливают задний отсек 24;

10) устанавливают штангу 59. Подводят фиксаторы 43, 44, 45 (ФП) с установленными узлами 13, 20, 29 в рабочее положение. Закрепляют узлы ТБ по ОСБ. Соединяют узлы 13, 20, 29 с каркасом и панелями болтами.

### 4. Приспособление и его оснащение

Приспособление состоит из каркаса, стыковых плит, двух комплектов рубильников, фиксаторов узлов установки двигателя, амортизатора передней стойки, подкосов и полуосей главной ноги шасси, транспортной тележки 64 и рельсового пути 65.

Каркас состоит из колонн 46, основания 47, верхней и нижней балок 48 и 49, рамы 50 и тумбы 51.

Стыковая неподвижная плита 41 смонтирована на специальной раме 52, установленной на колоннах 46. Подвижная плита 33 установлена на поворотной раме 53 ферменной конструкции.

На балках крепятся рубильники 35 и 35', которые опускаются и поднимаются с помощью подъемников 54 от пульта 56.

Выдвижные фиксаторы 39, 40, 41 смонтированы на подвижной раме 57. Выдвижные фиксаторы 30, 31, 32 установлены на опорах 58 нижних балок.

Для установки узлов крепления амортизационных стоек главной ноги предусмотрена съемная вертикальная штанга 59. На ней смонтированы фиксаторы 45. На раме 50 смонтированы четыре подвижных фиксатора 43.

Фиксатор 42 под опору 25 хвостового вала трансмиссии смонтирован на верхней балке и может быть отведен по стрелке N.

Каркас приспособления жестко закреплен продольной 60 и поперечной 61 балками. На продольной балке смонтирована подвижная рама 57. Подъем и опускание подвижной рамы 57 производится от штурвала 62 по направляющим 63.

Схема базирования

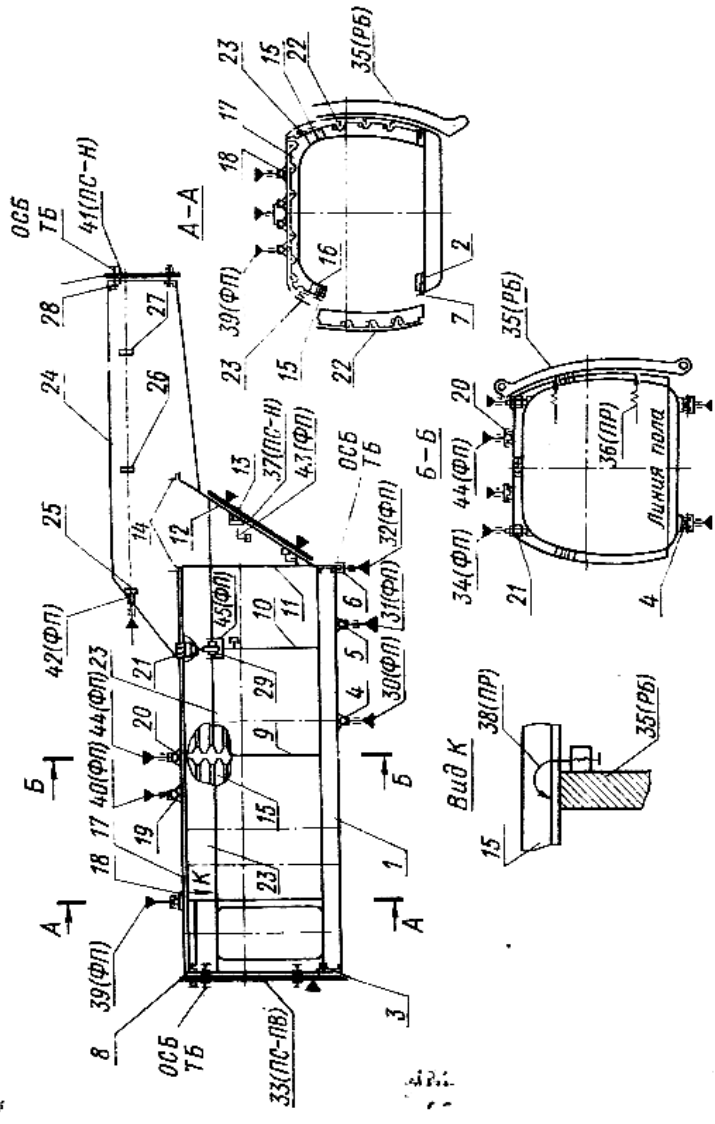
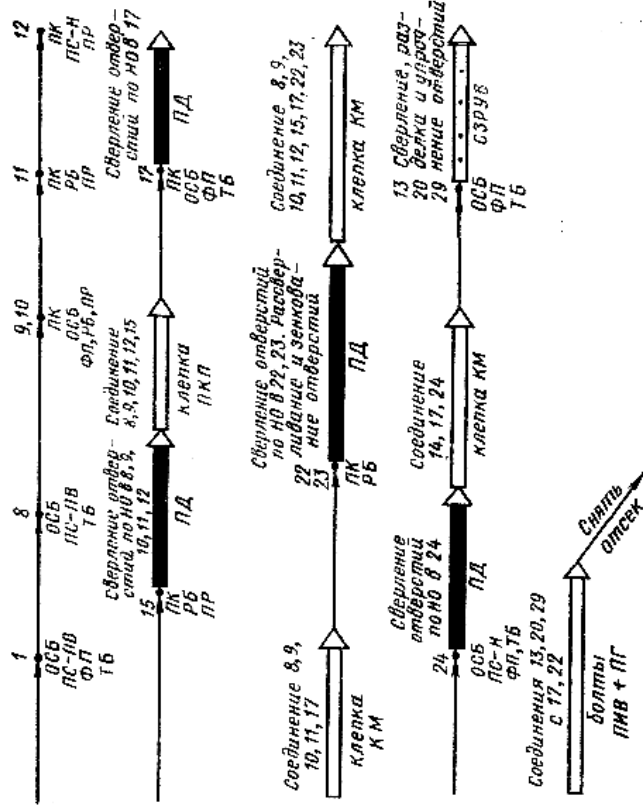
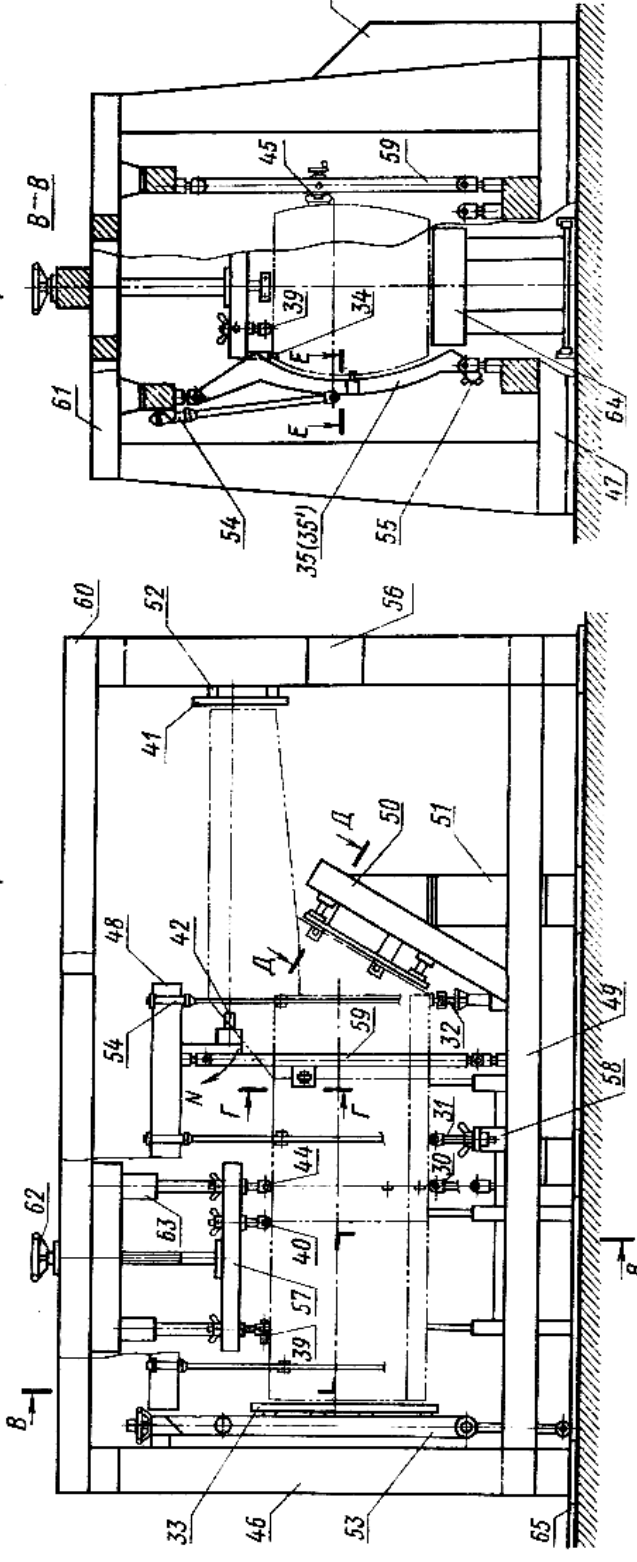


Схема сборки



Приспособление и его оснащение



В компоновке рассмотрен процесс сборки и выполнения клепаных и болтовых соединений в центропланах или в кессонах крыльев, стабилизаторов и килей самолетов и вертолетов.

Рассмотрим сборку центроплана самолета.

### 1. Конструктивно-технологические особенности центроплана и схема базирования

Центроплан состоит из лонжеронов 1 и 2 с приклепанными к ним стойками 3, нервюр 4 и 5, нижних и верхних секций панелей 6 и 7 съемной панели 8, торцевых нервюр 9, 10 стыковых профилей 11, 12.

Детали, узлы и панели центроплана выполнены из материала Д16-Т. Требуемая точность по обводу  $\pm 1,0$  мм.

В качестве баз приняты:

ОСБ при установке лонжеронов; СО при установке нервюр; внутренняя поверхность обшивки ВП и ОСБ при установке секций панелей.

### 2. Условия поставки деталей, узлов и панелей на сборку

Лонжероны 1 и 2 поступают на сборку собранными с установленными в них стойками 3 и отверстиями ОСБ по стыку с крылом. В стойках лонжеронов просверлены СО и НО.

Нервюры 4, 5, 9, 10 поступают на сборку собранными с отверстиями СО по стыку со стойками лонжеронов.

Секции панелей 6 и 7 поступают на сборку собранными. На стрингерах установлены компенсаторы с НО.

В секциях панелей по стыку с лонжероном просверлены по два координатных отверстия, расположенных по линии центров отверстий под верхний ряд болтов К и М. В стыковых профилях секций панелей имеются отверстия ОСБ. По плоскостям стыка предусмотрены припуски по 3 мм.

### 3. Схема сборки

Сборку производят в упрощенном приспособлении типа УСРП в следующей последовательности:

1) устанавливают лонжерон 1 на ложемент 15 (ЛЖ). Подводят плиты 13, 14 (ПС-П) и устанавливают лонжерон 2 на упоры в плитах 13, 14. Фиксируют лонжерон 1 и 2 в плитах технологическими болтами, вставленными в ОСБ лонжеронов и плит;

2) устанавливают макетные нервюры 16 (МН), фиксируют их по стойкам лонжеронов по СО болтами ТБ;

3) устанавливают нервюры 4 по СО в стенке нервюр и стойках лонжеронов и фиксируют ТБ. По НО в стойках 3 сверлят отверстия в стенках нервюр 4. Сверление и клепку выполняют пневмодрелями ПД и прессами ПКП;

4) устанавливают секцию нижних панелей 6 на поверхность макетных нервюр 16 (МН) и подтягивают секцию к макетным и самолетным нервюрам

прижимами 17 (ПР). Фиксируют секцию панелей в плитах 13, 14 (ПС-П) технологическими болтами;

5) по НО в компенсаторах панелей 6 сверлят отверстия в нервюрах;

6) подводят СЗВУ и производят сверление и зенкование отверстий по стыку панели с лонжеронами;

7) снимают панель 6. Устанавливают секцию верхних панелей 7. Установку и фиксацию панелей производят аналогично установке секции нижних панелей;

8) по НО в компенсаторах панели 7 сверлят отверстия в нервюрах 4 и зенкуют их при помощи пневмодрелей ПД. Подводят СЗВУ, сверлят отверстия по стыку панелей с лонжероном;

9) снимают макетные нервюры и на их место устанавливают нервюры 5. Соединяют нервюры 5 с лонжеронами. Снимают панель 7. Устанавливают в нервюрах 4, 5 в зоне съемной панели 8 анкерные гайки;

10) вновь устанавливают секцию верхней панели 7. Разделяют и упрочняют отверстия в 1, 2, 7. Соединяют панель с каркасом;

11) снимают съемную панель 8. Вновь устанавливают панель 6. Разделяют и упрочняют отверстия в 1, 2, 6. Соединяют панель 6 с каркасом;

12) устанавливают торцевые нервюры 9, 10 по СО. Соединяют нервюры с лонжеронами и панелями;

13) контролируют обводы центроплана эквидистантными шаблонами ШЭК;

14) снимают технологические болты. Отводят плиты 13, 14 (ПС-П). Снимают центроплан.

### 4. Приспособление и его оснащение

Приспособление состоит из колонн 18, основания 19, верхней и нижней балок 20, 21.

На колоннах смонтированы подвижные плиты стыка 13, 14. Плиты передвигают по направляющим 22 с помощью привода 23 или вручную от маховика 24 и фиксируют в рабочем положении замками 25.

На стойках 26 нижней балки 21 установлены ложементы 15.

На кронштейнах 27 колонн смонтированы лекала 28, по которым перемещаются с двух сторон центроплана две сверлильно-зенковальные головки 29. По направляющим траверсы 30 перемещаются вдоль обрабатываемого шва головки 29. Траверса с головкой перемещается по лекалам от привода 32. Привод состоит из двигателя 33, вала 34, цепной передачи 35. Установка траверсы 30 в рабочее положение производится с помощью оптического ловителя 31. Ловители подводят к координатным отверстиям М и К в панели. Настройка на сверление осуществляется с помощью оптического ловителя 31 по координатным отверстиям в панелях.

Сверлят и зенкуют отверстия при помощи сверлильно-зенковальной головки СЗА-02, смонтированной на траверсе. Головка может работать по автоматическому и полуавтоматическому циклам.

Схема базирования

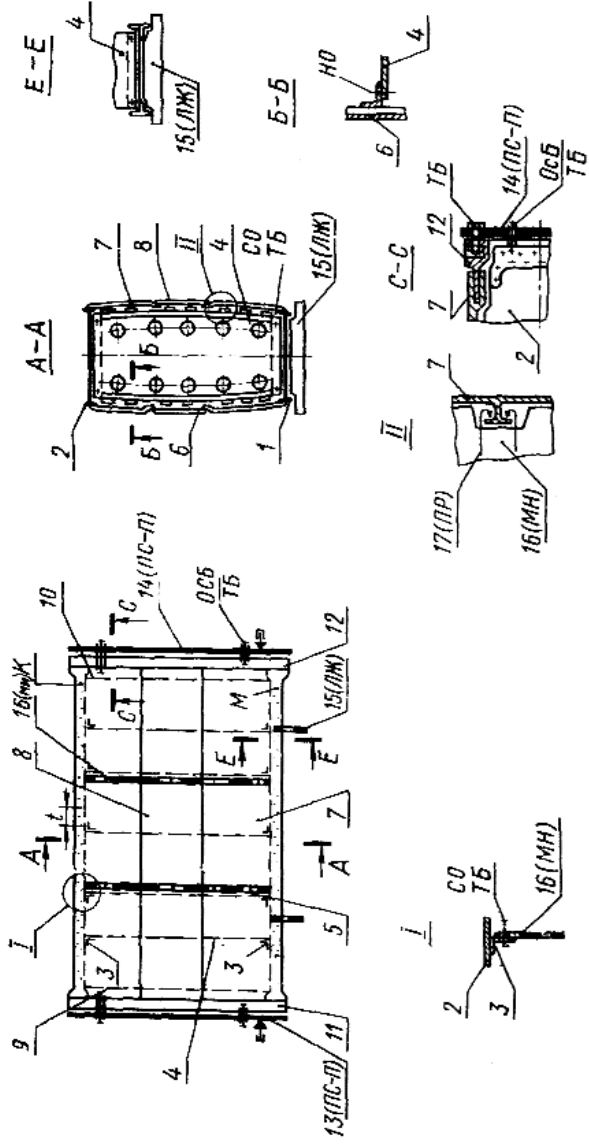
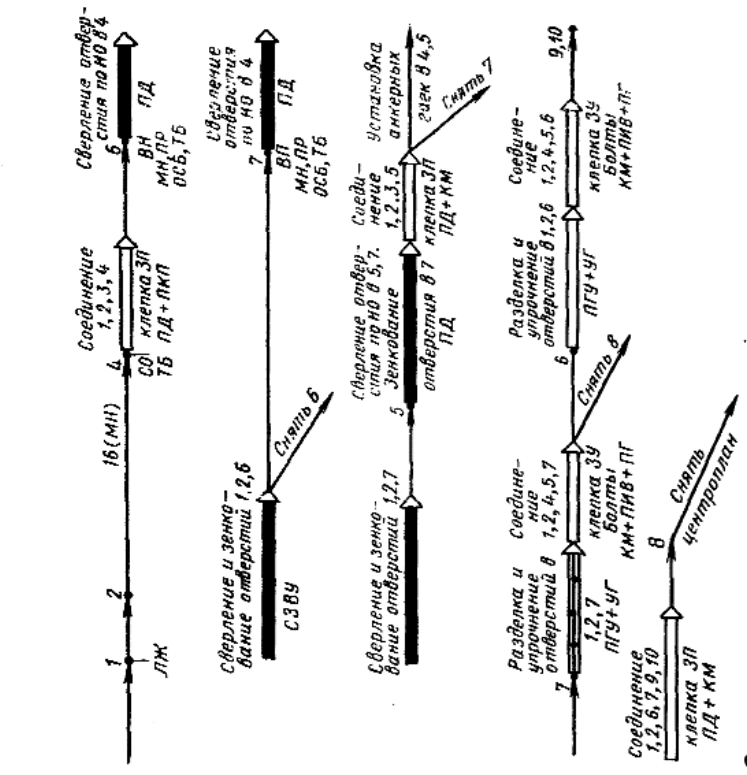
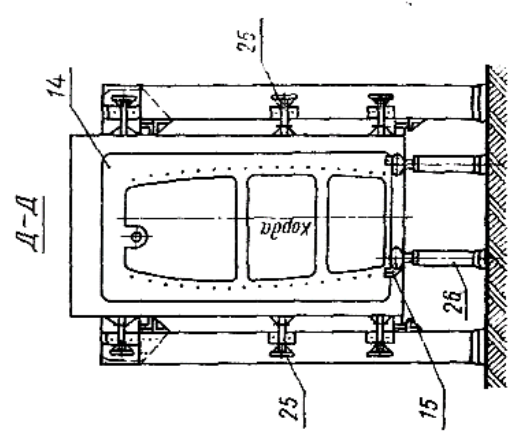
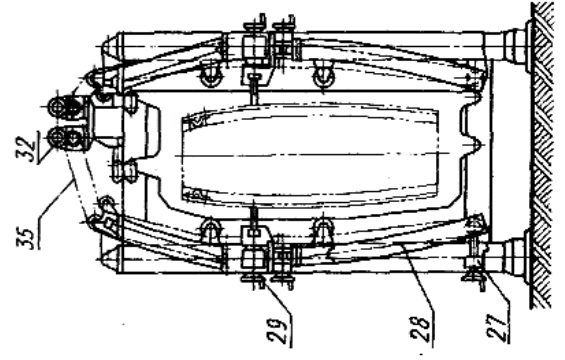
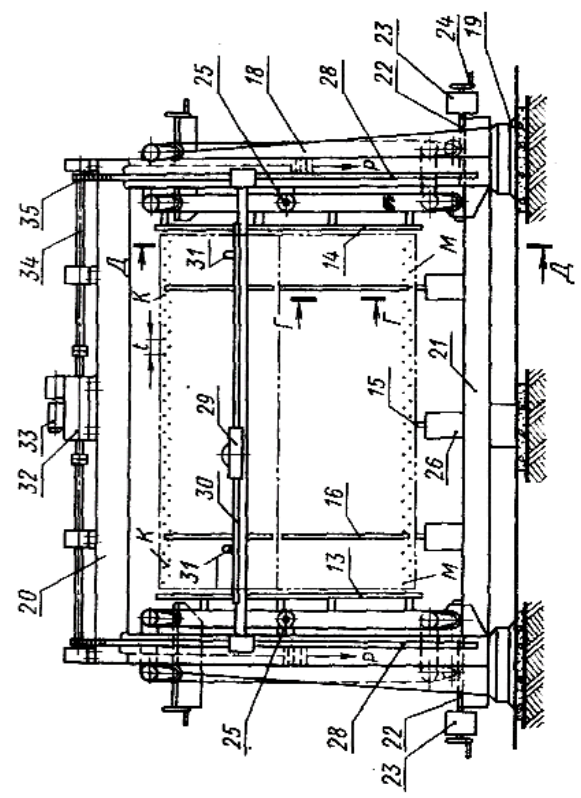


Схема сборки



Приспособление и его оснащение



Компоновка разработана для сборки рулей высоты, направления, щитков, элеронов клепаной и сварной конструкции.

Рассмотрим сборку и клепку тормозного щитка с базированием по ПК при образовании аэродинамических обводов.

### 1. Конструктивно-технологические особенности и схема базирования

Тормозной щиток состоит из следующих деталей и узлов: носка 1, лонжерона 2 с узлами навески и стойками 4, нервюры 5, нижней 6 и верхней 7 обшивок и законцовки профиля 8.

Детали и узлы щитка выполнены из материала Д16-Т. Носок 1 и нижняя обшивка соединены с лонжероном и нервюрами заклепками ЗУ, верхняя обшивка заклепками с сердечником при одностороннем подходе в зону клепки. Профиль 8 соединен с обшивками заклепками ЗУ при двухсторонней потайной клепке. Точность по обводу со стороны нижней обшивки  $\pm 0,5$  мм, а верхней  $\pm 1,5$  мм на сторону.

В качестве баз приняты:

наружная поверхность обшивки НП и поверхность ложементов 9 (ЛЖ) при установке носка 1. В продольном направлении носок базируют на базовую плиту 10 (БП);

ОСБ и поверхность фиксаторов 11 (ФП) при установке и закреплении лонжерона 2;

поверхность опор 16 (ОП), стоек 4 лонжерона 2 и рубильники 12 (РБ) при установке и закреплении нервюры 5;

поверхность каркаса ПК при установке обшивок 6, 7.

Носок, обшивки, профиль прижимают к базовой плите 10 (БП) прижимной плитой 14 (ПР).

### 2. Условия поставки деталей на сборку

Носок 1 подают на сборку с обрезанными кромками с НО по стыку с лонжероном.

Лонжерон 2 поступает на сборку собранным с обрезанными торцами и установленными на нем узлами навески щитка 3 и стойками 4 крепления нервюры. В стойках имеются НО. В узлах поворота имеются ОСБ. Нервюры 5 поступают отформованными с отверстиями облегчения.

Обшивки 6, 7 и профиль 8 подают на сборку полностью обработанными. В обшивке 6 имеются НО для постановки всех заклепок, а в обшивке 7 — всех, кроме заклепок по профилю 8.

### 3. Схема сборки

Сборку щитка производят в специализированном переналаживаемом приспособлении типа ССП.

Сборку производят в следующей последовательности (см. схему сборки):

1) устанавливают носок 1 на ложементы 9 (ЛЖ) и упирают в плиту 10 (БП);

2) устанавливают лонжерон 2 по ОСБ в узлах навески щитка и фиксаторах приспособления 11 (ФП);

3) подводят прижимную плиту 14 (ПР). По НО в обшивке носка сверлят и зенкуют отверстия по стыку носка с лонжероном. Соединяют носок с лонжероном заклепками ЗУ;

4) закрывают рубильники 12, 13 (РБ), устанавливают нервюры 5 и прижимают их к опорам 15, 16 (ОП) прижимами 17 (ПР);

5) по НО в стойках 4 лонжерона 2 сверлят отверстия в нервюрах 5. Соединяют лонжерон с нервюрами. Сверление и клепку выполняют пневмодрелями и переносными прессами;

6) открывают рубильники 12 (РБ) и отводят 14 (ПР). Устанавливают обшивки 6. Закрывают рубильники 12 (РБ) и подводят 14 (ПР). По НО в обшивке рассверливают и зенкуют отверстия в лонжероне и нервюрах. Соединяют обшивку с лонжероном и нервюрами;

7) открывают рубильники 13 (РБ) и отводят 14 (ПР). Устанавливают обшивку 7 и профиль 8. Закрывают рубильники 13 (РБ). По НО в обшивке рассверливают и зенкуют отверстия в нервюрах и лонжероне.

По НО в обшивке 6 сверлят отверстия в профиле 8 и в обшивке 7. Открывают рубильники и отводят 14 (ПР). Снимают обшивку 7 и профиль 8. Очищают отсек от стружки;

8) вновь устанавливают обшивку 7 и профиль 8. Закрывают рубильники и подводят 14 (ПР). Соединяют обшивку 7 с каркасом заклепками с сердечником с помощью гидравлического и пневматического переносного пресса ПС-52Г;

9) зенкуют отверстия в обшивках и профиле. Соединяют профиль с обшивками заклепками при двухсторонней потайной клепке;

10) открывают рубильники. Отводят прижимную плиту 14 (ПР). Снимают ТБ и отводят фиксаторы 11 (ФП). Снимают щиток с приспособления.

### 4. Приспособление и его оснащение

Приспособление переналаживаемого типа (ССП) состоит из колонн 18, балок 19, 20. На колоннах установлены базовые плиты колонн 21, а на балках — базовые плиты 22.

На базовых плитах 22 закреплены кронштейны 23, в которых фиксируют рубильники 12, 13, 12', 13'. Рубильники открываются и закрываются при помощи гидроподъемника 24 и фиксируются бесштыревыми зажимами 25.

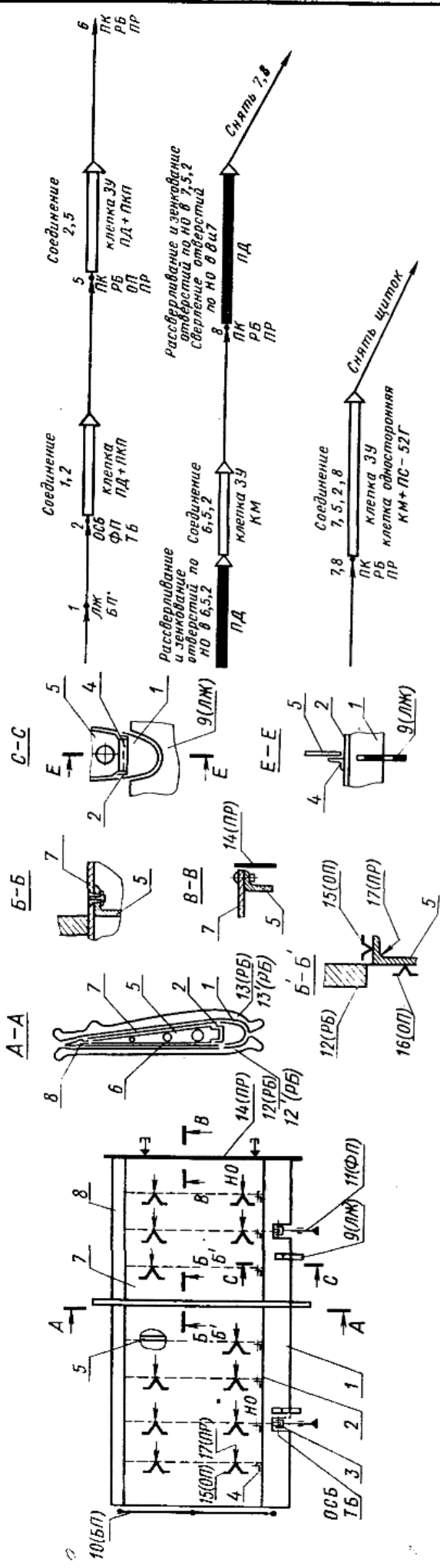
Управление подъемом рубильников и их фиксацией осуществляется кранами 26.

На балках установлены ложементы 9, фиксаторы 11. На колонне установлена прижимная плита 14, перемещение которой с помощью гидропривода осуществляется от пульта 27.

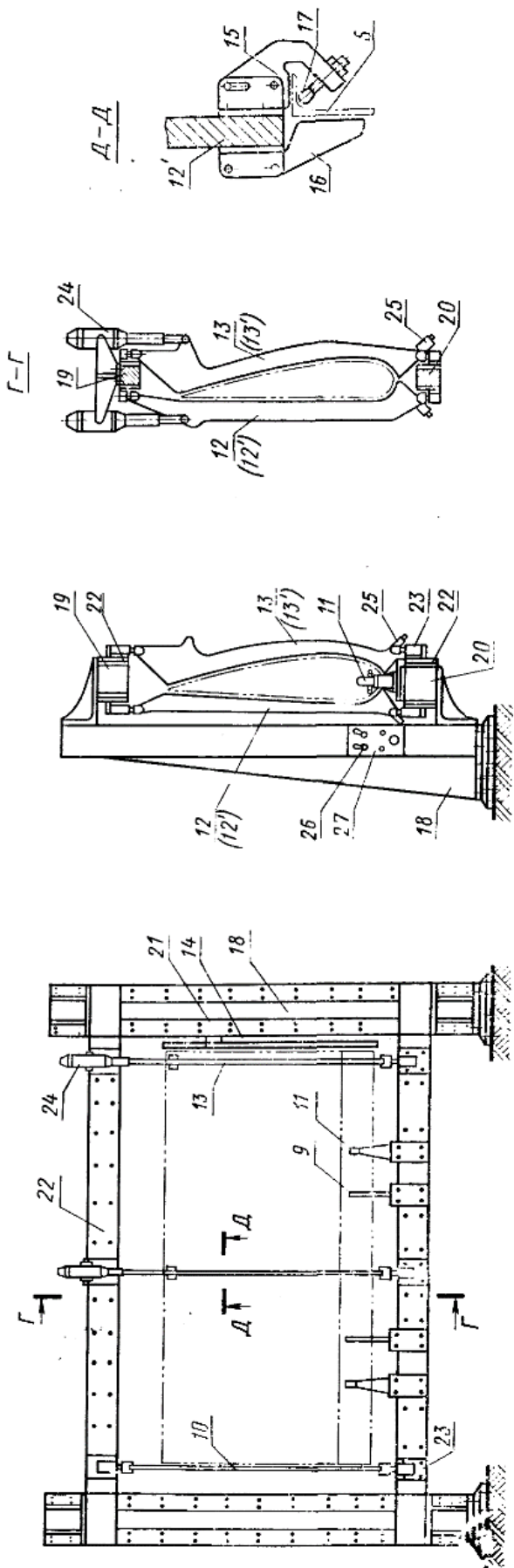


Схема базирования

Схема сборки



Приспособление и его оснащение



В компоновке рассмотрен процесс сборки и клепки панелей крыльев, килей, стабилизаторов самолетов и вертолетов одинарной кривизны.

Сборку производят с базированием по внутренней поверхности обшивки (ВП).

### 1. Конструктивно-технологические особенности панели и схема базирования

Панель состоит из набора стрингеров 1, обшивки 2. Обшивка и стрингеры выполнены из материала Д16-Т и соединены между собой стержневыми заклепками. В качестве баз приняты:

поверхность стрингеров, вырезы в ложементх 3 (ЛЖ) и базовая плита 4 (БП) при установке стрингеров 1;

внутренняя поверхность обшивки ВП, поверхность ложементов 3 (ЛЖ), базовая плита 4 (БП), прижимы 6 (ПР) и опоры 7 (ОП) при установке обшивки 2.

### 2. Условия поставки деталей на сборку

Стрингеры 1 поступают на сборку с обрезанными торцами, обшивка 2 — отформованной. По кромкам и торцам имеется припуск 10 мм.

### 3. Схема сборки

Сборку и клепку выполняют на автомате. Ложементы 3 (ЛЖ) и базовая плита 4 (БП) находятся в рабочем положении. Прижимы 5 (ПР) и опоры 7 (ОП), установленные на ложементх, отведены. Клепальный автомат находится в исходной позиции.

Сборку и автоматическую клепку выполняют в следующем порядке:

1) в вырезы ложементов 3 (ЛЖ) устанавливают стрингеры 1 и прижимают их к базовой плите 4 (БП);

2) на стрингеры и ложементы устанавливают обшивку 2, упирают обшивку в базовую плиту 4 (БП) и опоры 7 (ОП);

3) включают пневмоцилиндры 21 и вакуумные присоски 8 (ПР) и притягивают обшивку и стрингеры к ложементам и базовой плите 4 (БП);

4) включают клепальный автомат и с помощью системы программного управления автомат устанавливают в исходное положение для клепки, начиная с точки *M* стрингера *K*.

Автомат *A* работает в автоматическом режиме и устанавливает все заклепки на стрингеры *K*, затем переходит на стрингер *T* и устанавливает все заклепки при движении в обратном направлении. Так автомат устанавливает все заклепки на стрингерах.

### 4. Приспособление и его оснащение

Приспособление состоит из нескольких ложементов 3, установленных на стойках 12.

На ложементх закреплены вакуумные присоски 8 с ресивером 23. Питание вакуумных присосок каждого ложементх автономное и осуществляется пневмодвигателем 22. Ресивер 23 с пневмодвигателем соединен гибким шлангом 24. Пневматические опорные стойки поддерживают ложементы с панелью в рабочем положении в процессе автоматической клепки. Опорные стойки состоят из основания 13 с установленными в нем пневматическим двигателем и цилиндром 14.

Ложементы 3 последовательно отводят в нижнее положение для пропуска консоли 19 автомата (см. узел II) в процессе клепки — движение автомата происходит вдоль приспособления (панели).

В процессе клепки установка оси клепального инструмента относительно оси заклепок производится автоматически по командам от щупа 18 путем поворота клепальной головки  $x_2$  вокруг оси «0».

При клепке панелей значительной ширины автомат перемещают на противоположную сторону панели.

Управление процессом клепки, подъемом и опусканием ложементов, перемещения пресса вдоль панели производят вручную или автоматически по заданной программе с пульта 16.

С пульта 16 также управляют расфиксацией прижимов 5, 8, подъемом и опусканием стойки 12 с ложементом 3.

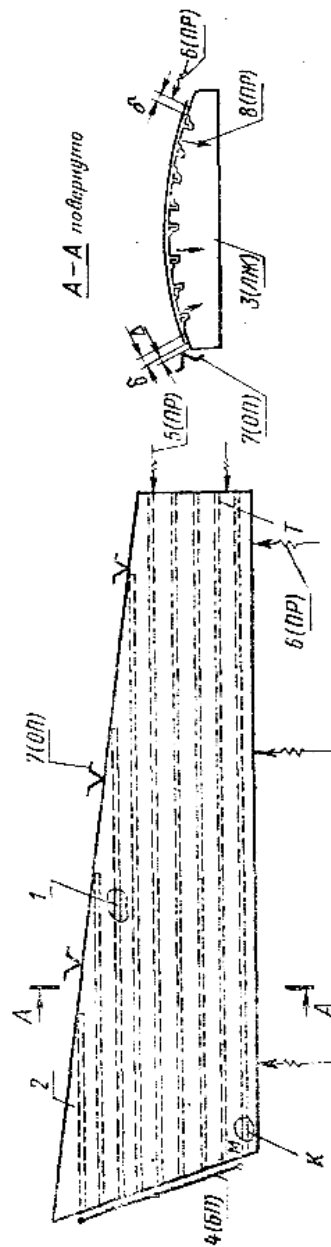
Рельсы автомата и поддерживающие стойки укреплены в специальных пазах 20 в полу цеха.

Базовая плита 4 и прижимы 5 установлены стационарно в полу цеха на стойках 26.

В полу цеха установлены два поворотных круга 25.

Схема сборки

Схема базирования



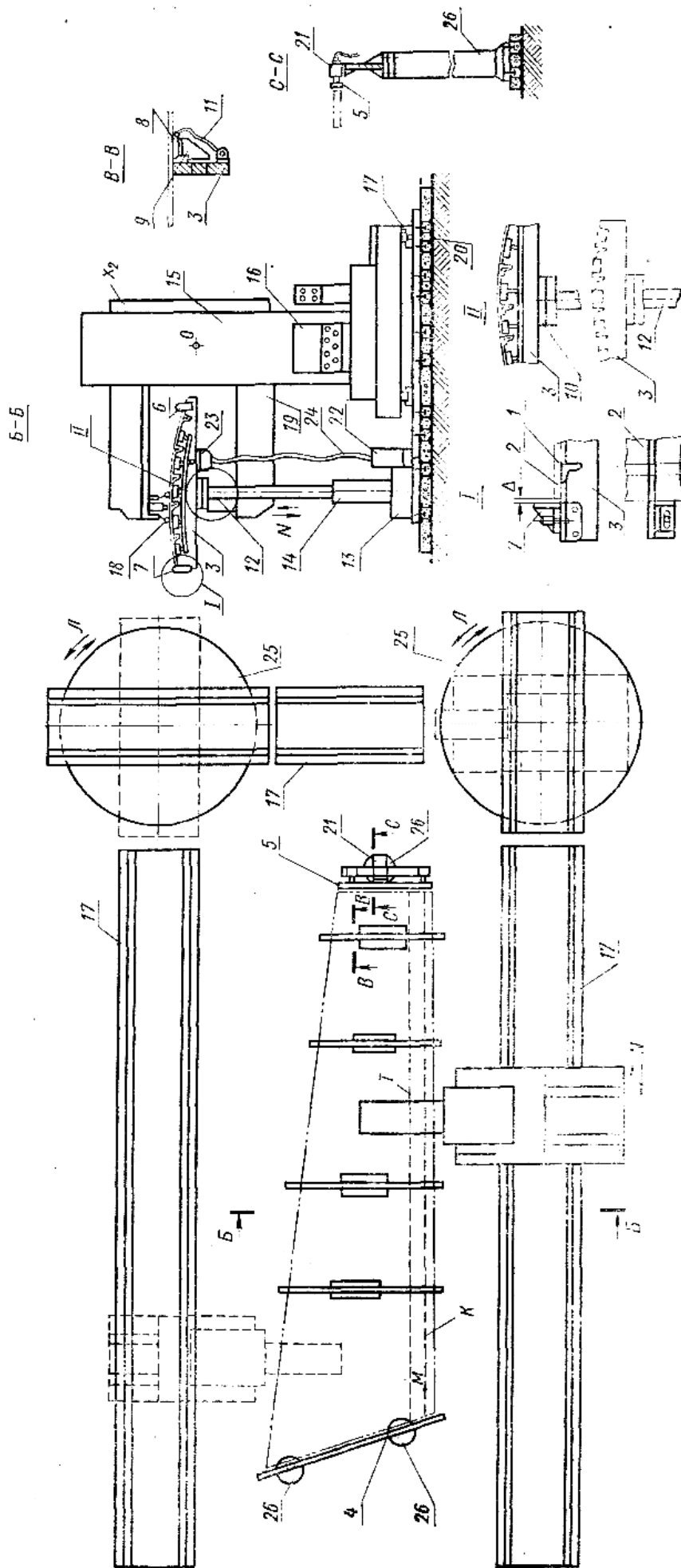
Соединение  
1, 2  
Клейка стержнями  
на автомате

Установка автомата  
в рабочую позицию  
для клепания

1  
ЛМ  
БП  
ОП

Отвод автомата  
в исходную  
позицию  
Снять литедь

Приспособление и его оснащение



Компоновка разработана для сборки клееклепанных панелей фюзеляжей самолетов и кабин вертолетов, крыльев, килей, стабилизаторов, рулей поворота и высоты, полов, внутренних перегородок и т. д. самолетов и вертолетов.

Сборку панели производят в приспособлении с базированием по СО.

### **1. Конструктивно-технологические особенности панели и схема базирования**

Панель состоит из стрингеров 1 и листа обшивки 2. Обшивка соединена со стрингерами клеем ВК-5 и заклепками ЗУ. В качестве базы приняты СО. Обшивки и стрингеры выполнены из материала Д16-Т. Требуемая точность по обводу  $\pm 0,5$  мм.

### **2. Условия поставки деталей на сборку**

Обшивка и стрингеры поступают на сборку с обрезанными кромками и торцами и подготовленными поверхностями для склеивания. В них просверлены СО.

### **3. Схема сборки**

Сборку производят в два этапа:

*I этап* — выполнение процесса склеивания на установке для склеивания;

*II этап* — выполнение клепаного соединения на сверлильно-клепальном автомате.

При склеивании панель устанавливается в приспособление для склеивания. Исходное положение приспособления — прижимная плита 7 (ПР) отведена.

Сборку панели производят в следующей последовательности:

1) на ложементы 3 (ЛЖ) приспособления устанавливают стрингеры 1 и опирают их в плиту 4 (БП);

2) на склеиваемые поверхности стрингеров прикатывают клеевую пленку ВК-5;

3) устанавливают обшивку 3 на стрингеры, совмещая их по СО, и скрепляют их между собой ТБ. Обшивку подводят к опорам 5 (ОП) и поджимают к ним прижимами 6 (ПР). Обшивку вместе со стрингерами прижимают к базовой плите 4 (БП) плитой 7 (ПР);

4) вводят приспособление в зону пресса. Включают гидравлический пресс 10. Создают удельное давление склеивания с помощью плит 11 и 12;

5) включают обогрев и выдерживают склеиваемый участок при заданном давлении и температуре в течение времени полимеризации клея. При склеивании панели по всей длине периодически перемещается тележка на заданный шаг в автоматическом режиме по программе. Склеивание производят участками с перекрытием ранее склеенной зоны нагрева на 25—30 мм по длине приспособления;

6) по окончании процесса склеивания панели раму 15 снимают и устанавливают на стол выравнивающего устройства 13 по крепежным отверстиям КО клепального автомата СКА. На установку для склеивания устанавливают другую раму с панелью и производят процесс склеивания;

7) устанавливают клепальный автомат в исходную позицию. Включают автомат на автоматический цикл работы. На автомате производится: сжатие пакета, сверление и зенкование отверстий, установка заклепки, клелка, перемещение на шаг клепки;

8) снимают приспособление, снимают панель.

### **4. Приспособление и его оснащение**

Приспособление представляет собой эстакаду, состоящую из рамы 23, тележки 8 с приводом 26 и пресса 10 с прижимными плитами 11 и 12. По направляющим 22 рамы 23 перемещается на заданный шаг тележка 8. В тележку ставится по КО съемная рама 15 со сменными наладками типа ССП для сборки различных групп типоразмеров плоских панелей и панелей одинарной кривизны.

На раме 15 установлены ложементы 3. Ложементы закрепляют в кронштейнах 27, а сами кронштейны — на базовых плитах 16, в которых имеется система отверстий.

На ложементах установлены опоры 5 и прижимы 6. Базовая плита 4 жестко закреплена на раме 15, а прижимная плита 7 перемещается с помощью штурвала 17 по направляющим 18.

Неподвижно установленный пресс 10 осуществляет склеивание обшивки со стрингерами путем сжатия зоны склеивания панели плитами 11 и 12.

В полости плит для нагрева зоны склеивания подводят пар или горячую воду через трубопровод 19. Плиты пресса смонтированы на направляющих колоннах 20. Управление прессом и режимом затвердевания клея осуществляется от пульта 21.

Клепальный автомат 14 установлен на станине 24. Станина вместе с автоматом перемещается по направляющим 25 вдоль склеиваемой панели (по направлению стрелки К). Автомат может перемещаться поперек панели по направляющим станины в направлении стрелки М.

Выравнивающее устройство 13 клепального автомата жестко закреплено в полу цеха и на нем имеются кронштейны 28 с отверстиями КО для закрепления рамы 15 в рабочем положении.

Выравнивание панели обеспечивается благодаря вертикальному перемещению рамы 15 с кронштейнами 28 в направлении стрелок Л от двигателя 29.

Управление процессом клепки производится от пульта 30.

По окончании процесса клепки приспособление снимают с автомата и устанавливают на верстаке. Освобождают прижимы и снимают панель.

Схема базирования

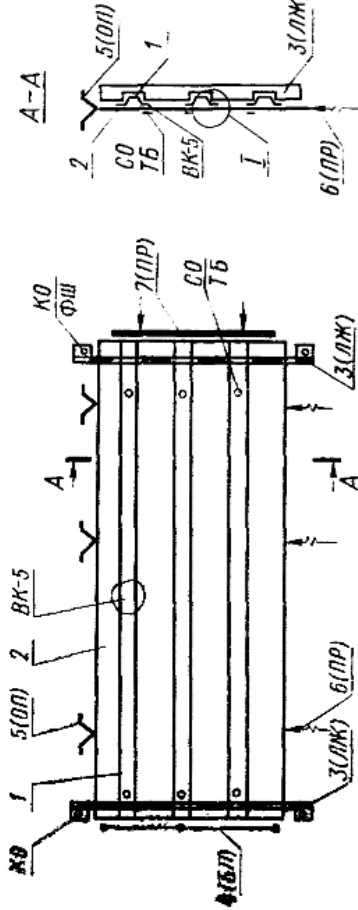
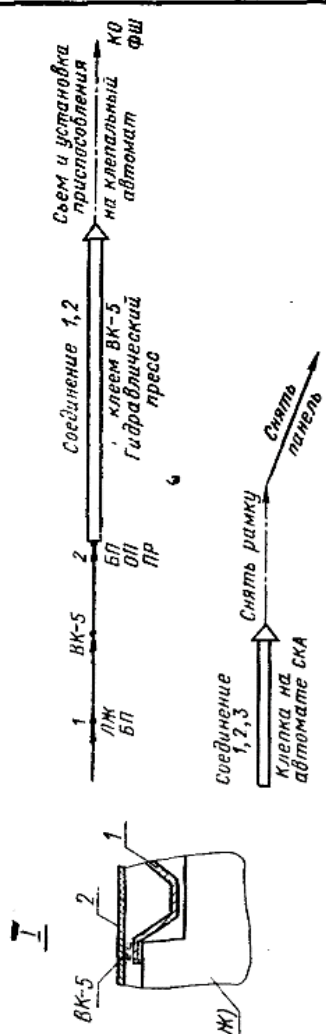
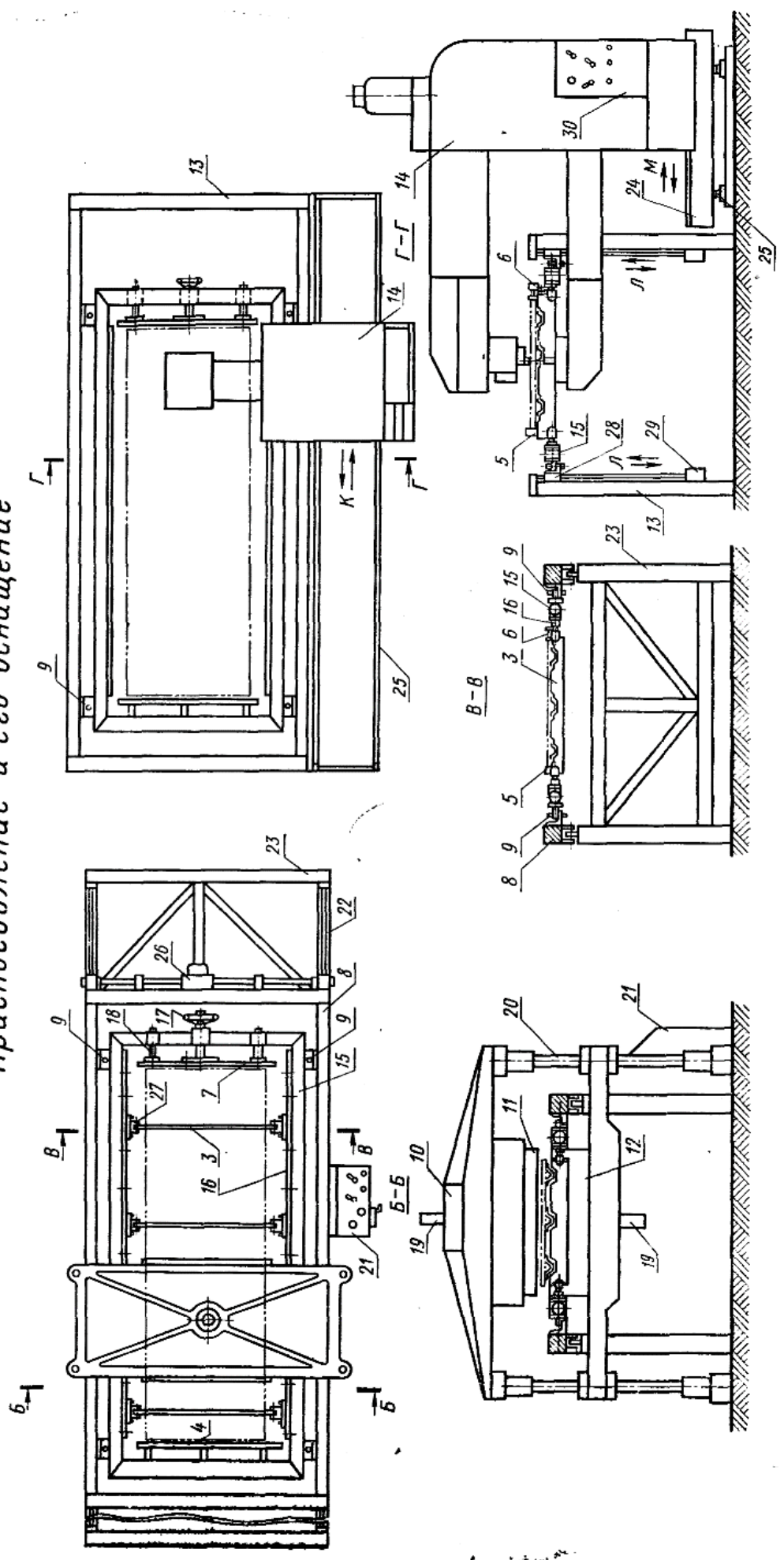


Схема сборки



Приспособление и его оснащение



Компоновка разработана для сборки и сварки ТЭС плоских узлов типа нервюры, шпангоутов, панелей, противопожарных перегородок самолетов и вертолетов.

В компоновку входит сварочный автомат и манипулятор с шестью столами. На каждом столе установлено приспособление для сборки одного типоразмера узла. Сборку-сварку нескольких типоразмеров узлов производят по методу многостаночного обслуживания, т. е. путем совмещения операций. Установку деталей, сварку и снятие собранного узла производят одновременно на различных столах.

В качестве примера рассмотрим сборку — сварку нервюры.

### 1. Конструктивно-технологические особенности собираемой нервюры и метод базирования деталей

Нервюра состоит из стенки 1, поясов 2 и 3 и стоек 4. Все детали нервюры выполнены из материала ВНС-3. Соединение деталей между собой производят точечной электросваркой. Требуемая точность по контуру ПК составляет  $\pm 0,5$  мм.

В качестве баз приняты:

поверхность, торец и кромка стенки при установке ее на ложементы 5 (ЛЖ) приспособления. В продольном направлении стенка упирается в базовую плиту 6 (БП) и прижимается к ней прижимами ПР; наружная поверхность каркаса ПК поясов 2, 3 нервюры и базовые опоры 7 (ОП) приспособления. В продольном направлении пояса опираются на базовую плоскость 6 (БП) и прижимаются к ней прижимами ПР;

поверхности стенки 1 и базовые опоры 16 (ОП) приспособления при установке стоек 4 в сборочное положение.

### 2. Условия поставки деталей нервюры на сборку

Детали поступают на сборку и сварку обработанными в окончательный размер с обрезанными торцами и кромками. Поверхности деталей подготовлены под сварку.

### 3. Схема сборки и сварки нервюры

Сборку и сварку нервюры — узла А — производят в следующем порядке:

1) в загрузочной позиции стола 11 устанавливают стенку 1 на ложементы 5 (ЛЖ). В продольном направлении стенку ориентируют по базовой плите 6 (БП), в поперечном направлении — по упорам в ложементах. Стенку прижимают к базовой плите прижимами 26;

2) устанавливают пояса 2 и 3 на стенку и на базовые поверхности опор 7 (ОП). Торцы поясов упирают в базовую плиту 6 (БП), поджимая прижимами 13. В таком положении пояса и стенку зажимают фиксаторами 12;

3) устанавливают стойки 4 на стенку 1, закрывают рубильниками 10. Прижимают стойки к стен-

ке прижимами 14, а затем закрепляют их зажимами 15. Установку нервюры оператор и рабочий производят при 2-х позициях стола.

При вращении манипулятора стол с нервюрой входит в позицию «сварка». Процесс сварки происходит автоматически в следующем порядке: устанавливают стол в рабочую позицию; в рабочей позиции стола происходит сварка — соединение деталей 1, 2, 3, 4.

Сначала производят предварительную сварку (установку контрольных точек), а затем сварку остальных точек. После сварки узла на одном столе сварочные клещи 18 отходят в исходную позицию, а стол поворачивается для сварки следующего узла.

Сваренный узел снимают с приспособления и укладывают в стеллаж готовой продукции 28, а на его место устанавливают новый комплект деталей со стеллажа деталей 29.

### 4. Приспособление и его оснащение

Приспособление представляет собой наладку для сварки одного типоразмера узла, устанавливаемую на вращающийся стол 11 сварочной установки.

Приспособление состоит из плиты 8, на которой установлена рама 9. На раме смонтированы ложементы 5 (ЛЖ), рубильники 10 и базовая плита 6 (БП). На ложементах установлены опоры 7 поясов 2 и 3 с прижимами 12. Рубильник представляет собой сборную конструкцию, состоящую из укрепленной на ней планки 16 с упорами 14, служащими для прижатия стенки 1 к ложементам. На планке 16 установлены прижимы 15 для закрепления поясов 4.

Приспособление с установленными в нем деталями собираемого узла устанавливаются на штыри 25 по крепежным отверстиям КО на столе стеллажа. Приспособление крепят к столу болтами 17.

Для выполнения соединения спроектирована полуавтоматическая установка.

Установка сварочной точки и перемещение на шаг осуществляется автоматически путем поворота стола и перемещения клещей в рабочую позицию по заданной программе.

Управление сварочной установкой производится вручную и автоматически с пульта 27. Конструктивно установка состоит из клещей 18, каретки 19 для установки клещей в рабочее положение. Каретка установлена на суппорте 20. На суппорте имеются направляющие 21, по которым каретка может перемещаться вдоль шва по направлению стрелки S. Суппорт установлен на раме 22 и имеет возможность перемещаться вдоль стола в направлении стрелки K и в вертикальном направлении по стрелке N. Установка имеет общую раму 23, на которой смонтирован манипулятор, вращающийся в направлении стрелки M. Рама установлена на опоры 24 в полу цеха. Рядом со столом у загрузочной позиции имеются стеллажи готовой продукции 28 и деталей 29.

Схема базирования

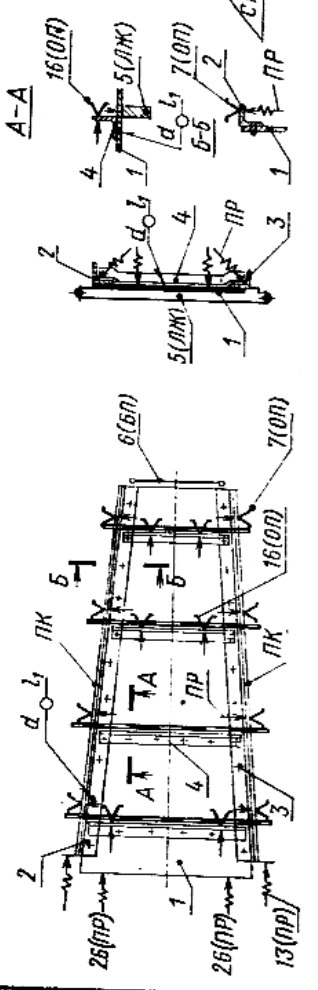
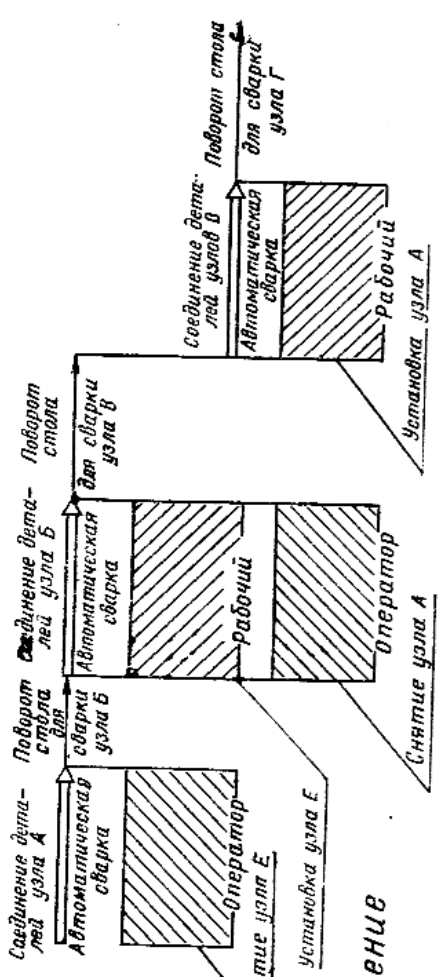
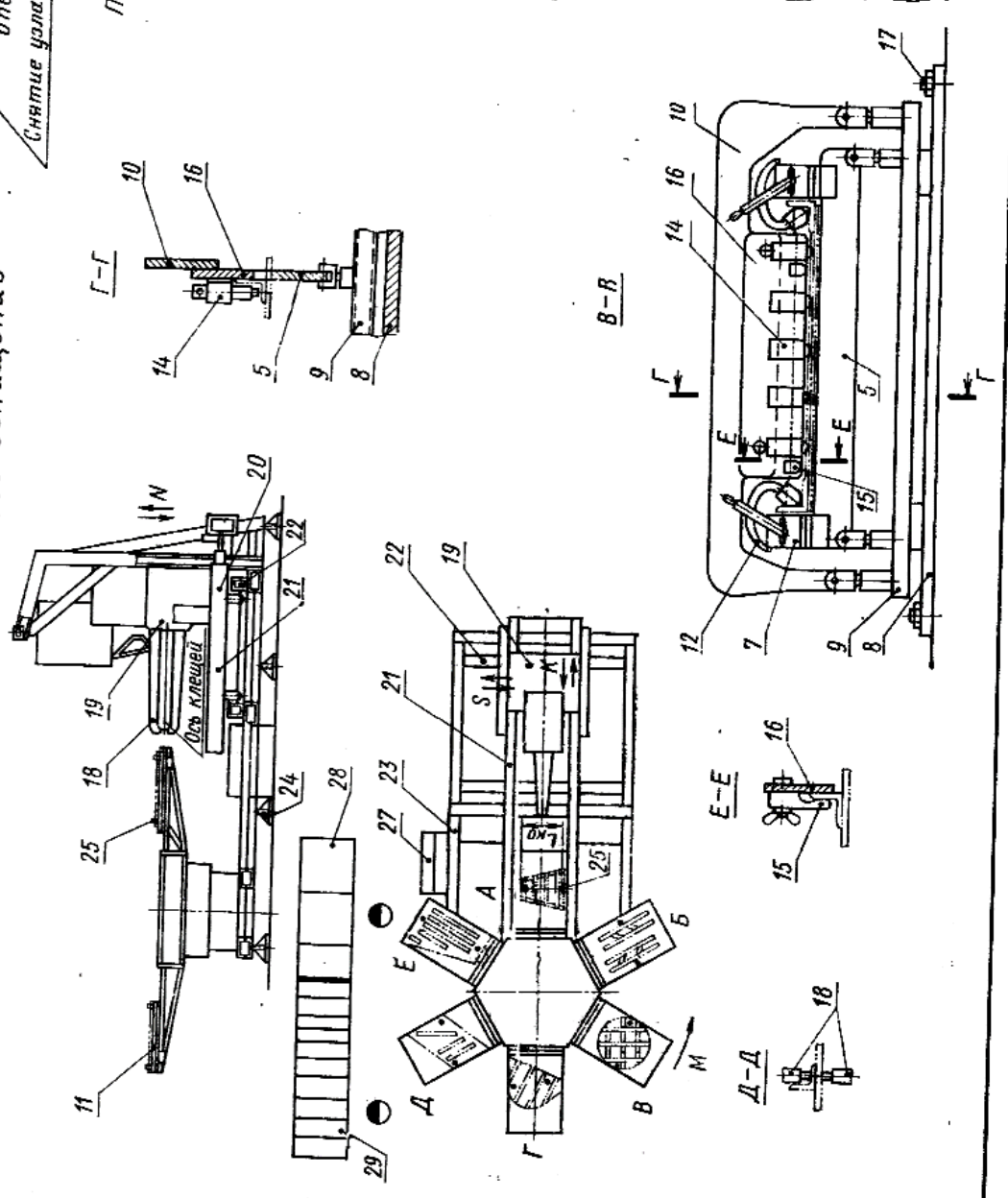


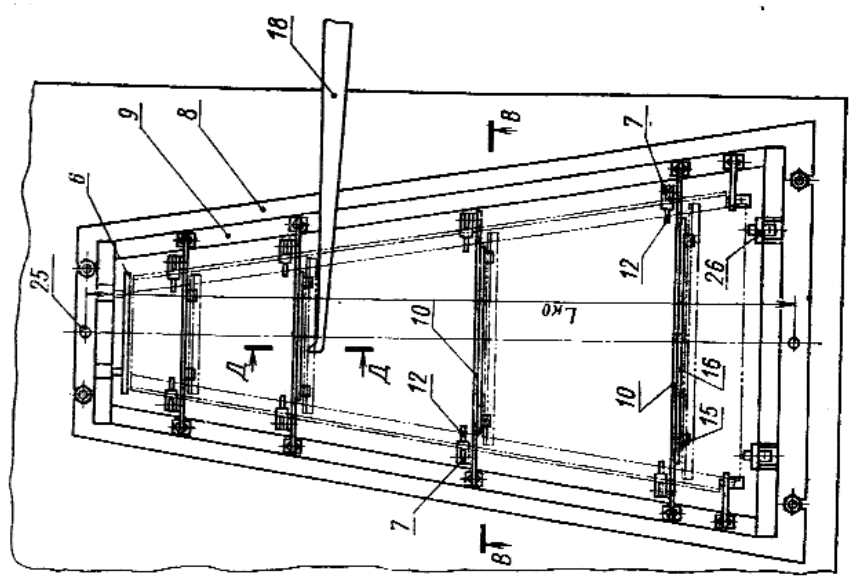
Схема сборки и сварки



Приспособление и его оснащение



Приспособление для сварки узла А



Компоновка разработана для сборки и сварки ДЭС сплошным проплавом продольных швов плоских панелей крыльев, стабилизаторов, рулей, полов, потолков, перегородок самолетов и вертолетов трехслойной конструкции из стали.

В компоновке рассмотрена сборка-сварка ДЭС плоской панели.

Сборку производят с базированием по поверхности каркаса (ПК).

### 1. Конструктивно-технологические особенности панели и схема базирования

Панель состоит из нижнего листа обшивки 1, гофра 2 и верхнего листа обшивки 3. Детали соединены между собой автоматической аргоно-дуговой сваркой сплошным проплавом. Детали панели выполнены из материала ВНС-3.

В качестве баз для сборки-сварки приняты: поверхность базовых плит 4, 5 (БП) и опор 6 (ОП) при установке обшивки 1; поверхность обшивки, базовой плиты 5 (БП) и опор 6 (ОП) при установке гофра 2; поверхность гофра 2, базовой плиты 5 (БП) и опор 6 (ОП) при установке обшивки 3.

### 2. Условия поставки деталей панели на сборку

Обшивки 1 и 3 поступают на сборку с обработанными кромками и торцами, гофр 2 — отформованным с обработанными торцами и кромками. Свариваемые поверхности деталей в зоне шва подготовлены для ДЭС.

### 3. Схема сборки

Сборку производят в приспособлении. Исходное положение приспособления: приспособление установлено на раме тележки 19, тележка — в загрузочной позиции. Прижимы 7, 8 (ОП-ПР) отведены. Балка 12 со сварочной головкой 13 и прижимные балки 10 с прижимами 9 находятся в исходной позиции в верхнем положении.

Сборку производят в следующем порядке:

1) на шины 23 базовой плиты 4 (БП) приспособления устанавливают обшивку 1. Обшивку опирают на плиту 5 (БП) и опоры 6 (ОП);

2) на обшивку 1 устанавливают гофр 2. Включают пневмоцилиндры 26, 27 и подводят прижимы 7, 8 (ОП-ПР) к обшивке и гофру. Прижимают обшивку и гофр к плите 5 (БП) и опорам 6 (ОП);

3) устанавливают тележку 19 в сварочную позицию. Перемещают тележку с приспособлением и свариваемым изделием до совмещения внутреннего шва с осью сварочной головки 13. Ставят головку в исходную позицию в точку О. Фиксируют тележку в рабочем положении кронштейном 14. Опускают балку 12 с прижимами в зону шва и включают прижимы 9 (сечение Б — Б);

4) включают сварочную головку 13 в работу. Сварка шва по всей длине изделия производится в

автоматическом режиме за один проход от пульта 30. По окончании процесса сварки отводят головку 13 вверх, включают прижимы 9 (ПР) и отводят балку 12 вверх. При этом включается в работу механизм перемещения тележки 19 и выводится фиксатор 24 из отверстия КО в копир-линейке 25. Тележка перемещается на шаг шва (шаг гофра —  $t$ ). Балка со сварочной головкой опускается и включаются прижимы 9 (ПР). Цикл сварки повторяется для сварки другого шва.

В такой же последовательности свариваются остальные швы;

5) тележка возвращается в загрузочную позицию. Отключают пневмоцилиндры 26, 27 и освобождают прижимы 7, 8 (ОП-ПР).

Устанавливают на гофр обшивку 3, включают и закрепляют обшивку прижимами 7, 8 (ОП-ПР);

6) тележку со свариваемым изделием устанавливают в рабочую позицию для сварки обшивки 3, начиная с точки Т верхнего гофра, совмещают с осью сварочной головки;

7) процесс сварки производится так же, как при сварке внутреннего шва;

8) освобождают прижимы. Снимают панель и передают на следующий этап сборки для установки стыковых профилей.

### 4. Приспособление и его оснащение

Приспособление представляет собой плиту 4, на которой закреплены координатные базовые опоры 22 с системой координатных отверстий КО и медные подкладки 23. Базовые опоры 22 служат для закрепления на них прижимов 7, 8 с пневмоцилиндрами 26, 27, опор 6 и торцевой плиты 5.

Плиту 4 крепят на раме тележки 19. Тележка перемещается по направляющим 20 и фиксируется в рабочем положении фиксаторами 24.

На тележке с торца закреплена копир-линейка 25, в которой просверлены отверстия КО с шагом  $t$ , равным шагу шва (гофра). Фиксатор 24 закреплен на кронштейне 14 и автоматически вводится и выводится из отверстия КО при включении механизма перемещения тележки 28.

Сварочная головка 13 смонтирована на продольной балке 12. Головка перемещается вверх и вниз в направлении стрелок М и по балке в направлении стрелок N.

Продольная балка закреплена в каретках 15 и может перемещаться вверх и вниз в направлении стрелок Л от приводов 16. Каретки установлены на направляющих колонн 17. Колонны связаны между собой балкой 18.

На продольной балке 12 закреплены при помощи специальных кронштейнов 29 прижимные балки 10 с пружинными прижимами 9. Прижимы 9 автоматически под действием сжатого воздуха, подаваемого в камеру 11, прижимают свариваемые детали изделия. По окончании процесса сварки подача воздуха в камеру 11 прекращается и прижимы 9 автоматически освобождаются.



Схема базирования

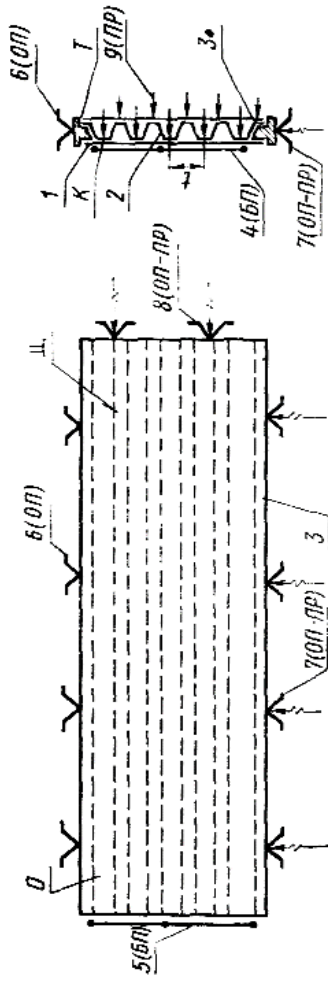
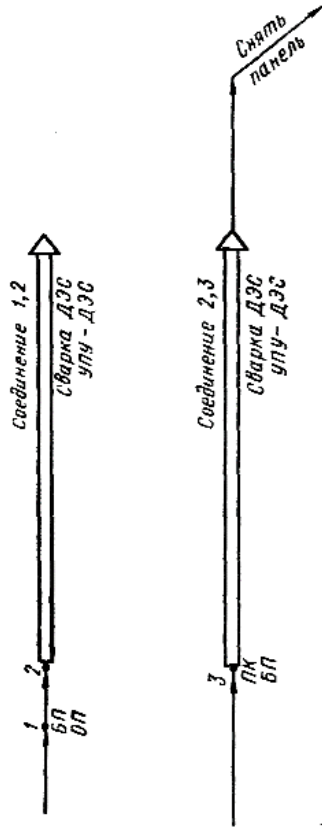
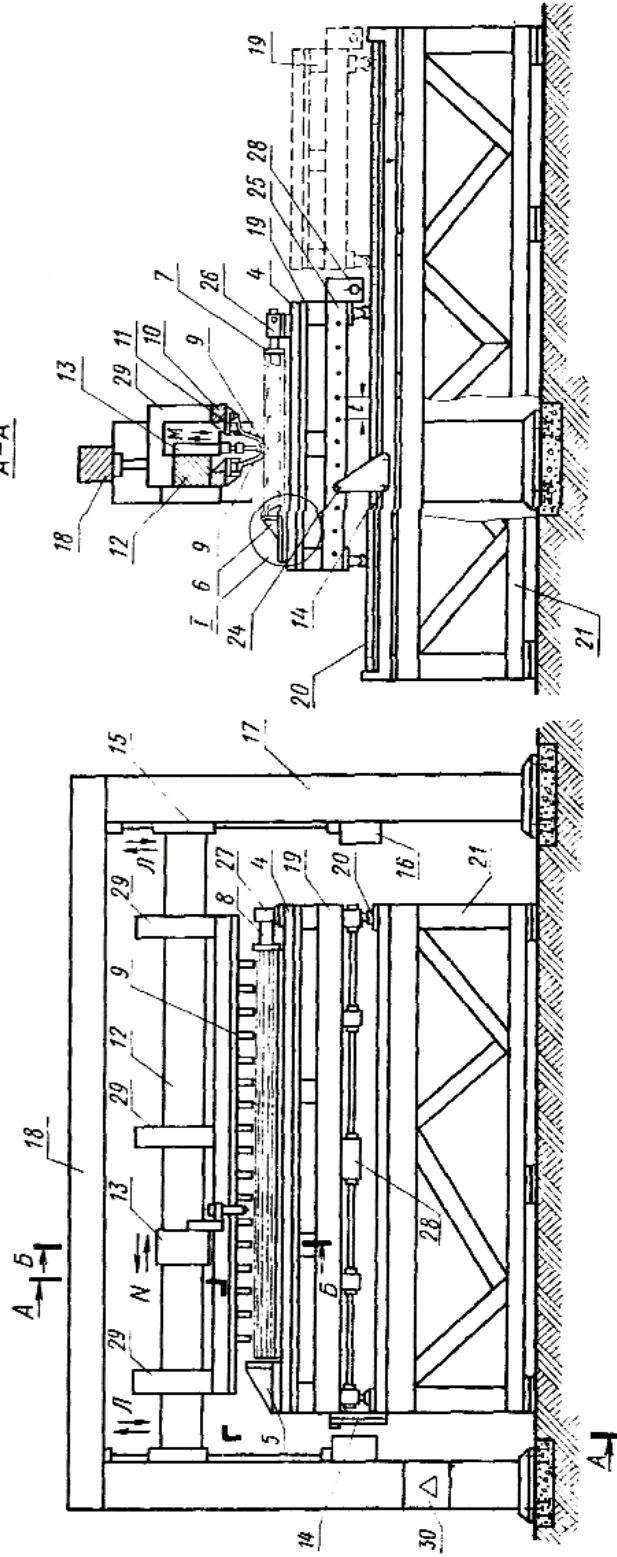


Схема сборки



Приспособление и его оснащение



Компоновка предназначена для сборки-сварки баковых отсеков крыльев и центропланов самолетов.

### **1. Конструктивно-технологические особенности кессона и схема базирования**

Кессон состоит из нижних 1 и верхних 2 панелей сборной конструкции со стыковыми узлами 3, 4, поясами лонжеронов 5, 6, полунервюрами 7, 8, стенок лонжеронов 9, 10 и торцевых нервюр 11, 12.

Нижние и верхние панели соединяют между собой по стыку нервюр (см. сеч. С—С) точечной электросваркой (ТЭС), а стенки 9, 10 привариваются к поясам лонжеронов дуговой электросваркой (ДЭС).

Все детали кессона выполнены из материала ВНС-3. Требуемая точность по наружному обводу кессона  $\pm 1,0$  мм.

В качестве баз приняты:

ОСБ, наружная поверхность обшивки НП и рабочие поверхности рубильников при установке панелей 1, 2;

поверхность лонжеронов при установке стенок 9, 10.

### **2. Условия поставки деталей и панелей на сборку**

Нижние и верхние панели 1 и 2 поступают на сборку собранными.

В концевых полунервюрах 7, 8 (см. сеч. С—С) имеются отверстия КО для временного крепления панелей в процессе установки в приспособление. В стыковых узлах 3, 4 панелей просверлены отверстия ОСБ.

Свариваемые поверхности панелей и стенок в зонах шва подготовлены для сварки ТЭС и ДЭС.

### **3. Схема сборки**

Сборку и сварку панелей и стенок кессона производят в приспособлении в два этапа: *1 этап* — сварка ТЭС полунервюр, *11 этап* — сварка стенок лонжеронов. Исходное положение приспособления: хорда свариваемого кессона находится в горизонтальном положении, рубильники 14 (РБ) открыты.

Сборку производят в следующей последовательности:

1) устанавливают нижнюю панель 1 на рубильники 13 (РБ), базируя ее по НП и ОСБ. Панель притягивают к рубильникам вакуумными присосками 19 (ПР) и прижимами 20 (ПР);

2) устанавливают верхнюю панель 2 на нижнюю. По стыковому узлу 4 панель крепят в фиксаторах технологическими болтами, вставленными в ОСБ. По концевым полунервюрам панели 1 и 2 временно соединяют друг с другом технологическими болтами (см. сеч. С—С).

3) подводят сварочную машину УПУ-ТЭС к первой паре свариваемых полунервюр, прихватывают в 3—5 точках и затем сваривают все точки.

По окончании процесса сварки ТЭС всех нервюр сварочная машина возвращается в исходное положение;

4) поворачивают приспособление на  $90^\circ$  стенкой вверх. Фиксируют приспособление штырем 28. Устанавливают стенку 9 и прижимают к поясам 5, 6 лонжерона съемными прижимами 22 (ПР);

5) подводят подвижную (катучую) балку 41 со сварочной головкой 36 для сварки ДЭС в исходную позицию. Производят сварку продольных швов. По окончании сварки головку 36 и балку 41 отводят в исходную позицию;

6) поворачивают приспособление на  $180^\circ$  и фиксируют в таком положении штырем 28. Установку стенки 10 и сварку ДЭС стенки с лонжероном производят в аналогичном порядке;

7) торцевые нервюры 11 и 12 сваривают с нижней панелью при помощи сварочной головки СГ;

8) снимают кессон.

### **4. Приспособление и его оснащение**

Приспособление представляет собой раму 23 со сменными наладками типа ССП. На раме установлены рубильники 13, 14 (РБ). Рубильники закрепляют в кронштейнах 24, а сами кронштейны на базовых плитах 25, в которых имеется система координатных отверстий.

На рубильниках установлены упоры 17 и прижимы 18 (см. сеч. Г—Г). На верхних и нижних рубильниках закреплены вакуумные присоски 19.

Рама 23 закреплена на подшипниках 26. Она поворачивается от привода 27 и фиксируется в заданном положении штырем 28. Привод и подшипник установлены на колоннах 29. На раме 23 на специальных кронштейнах 30 смонтированы пневмоцилиндры 31 для открытия и закрытия верхних рубильников. Рубильники фиксируются в нижних кронштейнах 24 быстродействующими бесштыревыми зажимами 32.

Фиксаторы узлов разъема 15, 16 (ФП), смонтированные на раме, перемещаются относительно рамы от штурвала 33 и фиксируются в рабочем положении штырями 34.

Приспособление оснащено сварочными клещами 35 для сварки ТЭС и головкой 36 — для сварки ДЭС.

Сварочные клещи 35 с кареткой 37 смонтированы на направляющих 38 станины 39 сварочной машины УПУ-ТЭС. Клещи перемещаются в поперечном направлении по направлению стрелок *Н*.

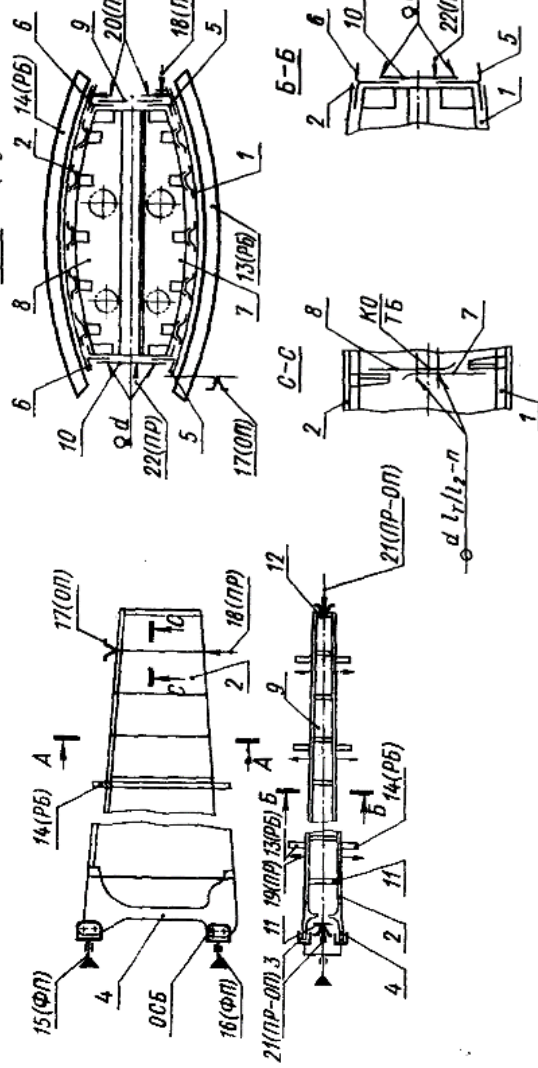
Сварочная головка 36 перемещается вдоль балки в направлении стрелок *К* и может перемещаться вверх и вниз и поворачиваться на  $180^\circ$  вокруг своей оси в направлении стрелок *Л*.

Катучая балка 41 смонтирована на эстакаде 42 и перемещается в поперечном направлении по направляющим 43 при помощи привода 44.

Управление всеми движениями сварочных установок, поворотом приспособления, подъемом и опусканием рубильников осуществляется вручную и автоматически от пульта 45.

Схема базирования

А-А повернуто



Приспособление и его оснащение

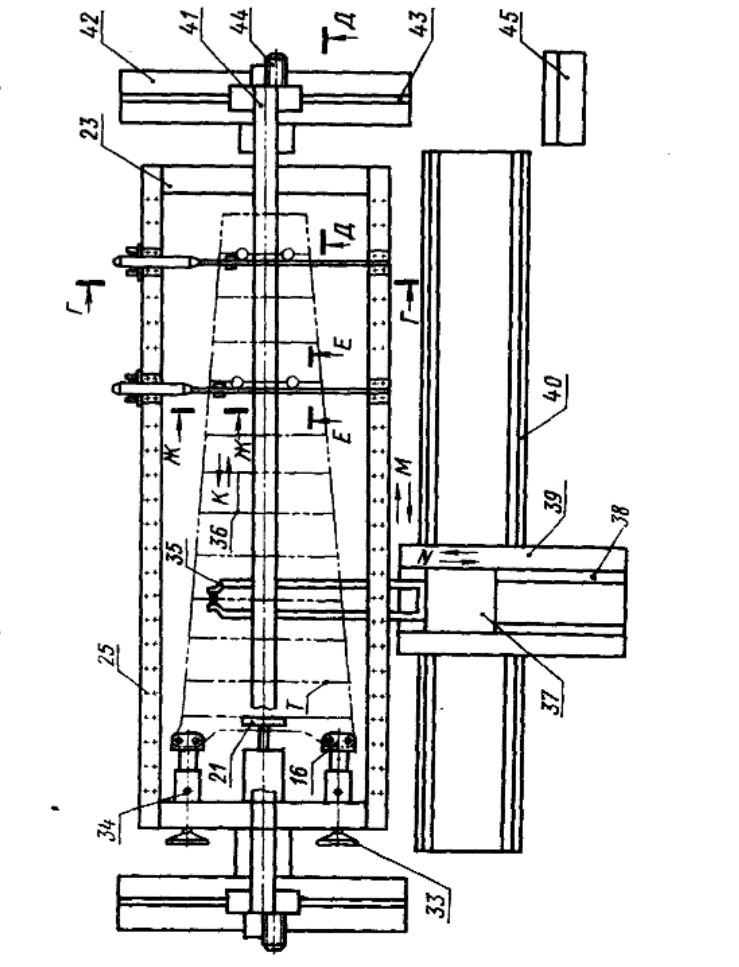
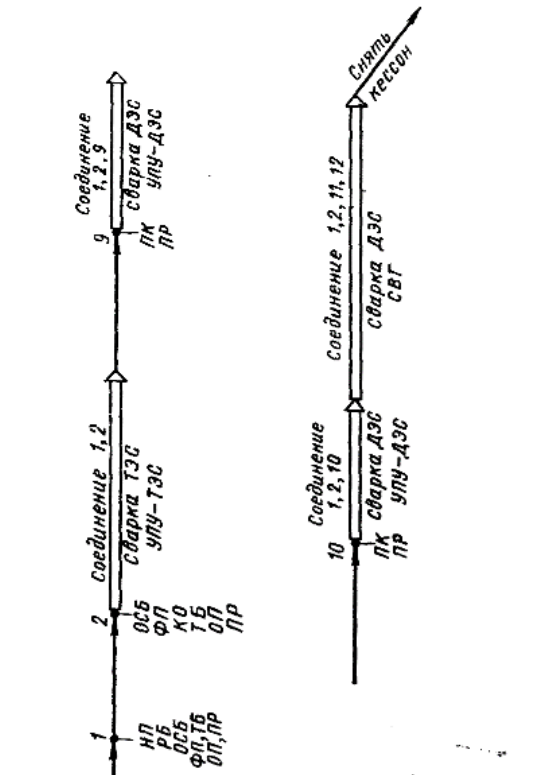
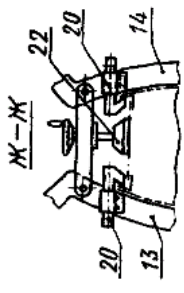
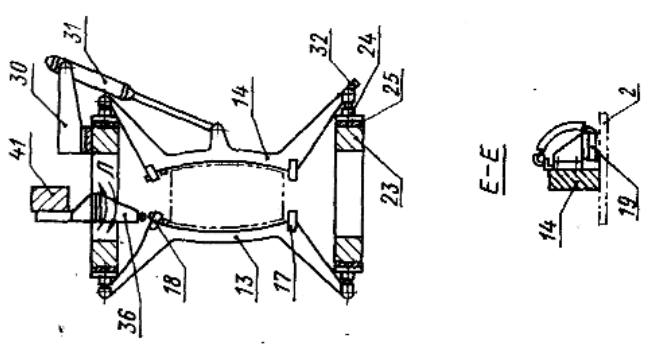


Схема сборки



Г-Г повернуто на 90°



В компоновке рассмотрен технологический процесс сборки-склеивания и сварки ТЭС панелей фюзеляжей, гондол двигателей, крыльев, килей, рулей направления и высоты, гондол шасси самолетов и вертолетов.

Компоновка позволяет производить сборку-сварку как с предварительным введением в шов клея, так и с последующим введением клея в шов после сварки.

Рассмотрим сборку панели фюзеляжа с предварительным нанесением в шов клея перед сваркой.

Сварку производят с базированием деталей по СО.

### 1. Конструктивно-технологические особенности панели и схема базирования

Панель состоит из стрингеров 1 и листа обшивки 2. Обшивка соединяется со стрингерами клеем ВК-5 с последующей точечной сваркой ТЭС двухрядным швом в шахматном порядке.

В качестве базы приняты СО при установке и креплении обшивки к стрингерам.

### 2. Условия поставки деталей на сборку

Стрингеры 1 и обшивку 2 подают на сборку с обрезанными кромками и торцами. В них просверлены отверстия СО. Поверхности деталей в зоне шва подготовлены к склеиванию и сварке, и на них нанесен подслои клея.

### 3. Схема сборки

Сборку, склеивание и сварку ТЭС производят в следующей последовательности:

- 1) на ложементы 3 устанавливают стрингеры 1;
- 2) на поверхность стрингеров укладывают кле-

вую пленку ВК-5 и прикатывают ее. Прокалывают отверстия СО в клеевой пленке;

3) устанавливают обшивку 2 на стрингеры, совмещая отверстия СО, и закрепляют обшивку к стрингерам технологическими болтами (ТБ);

4) закрепляют обшивку со стрингерами на ложементах 3 (ЛЖ) лентами 4 (ЛП);

5) соединяют обшивку со стрингерами точечной сваркой ТЭС на универсальной сварочной машине;

6) снимают ленты, снимают панель.

### 4. Приспособление и его оснащение

Приспособление представляет собой выравнивающее устройство 5 рамной конструкции, на котором установлены на необходимом расстоянии ложементы 3 с прижимными лентами 4. На одном из ложементов установлена базовая плита 17 (БП).

Рама 5 закреплена на суппортах 6 и совершает движения в направлении стрелок *N* от привода 8 относительно траверсы 7. Траверса 7 закреплена на поворотной планшайбе 9. Планшайба поворачивается с помощью привода 10 вместе с траверсой и поддерживающим устройством в направлении стрелок *K* относительно колонны 11.

Траверса вместе с суппортами 6 и планшайбой 9 перемещается с помощью привода 12 вверх и вниз в направлении стрелок *P* относительно колонны 11.

Сварочная машина 14 неподвижно установлена на фундаменте в полу цеха.

Выравнивающее устройство вместе с колоннами смонтировано на тележке 13. Тележка синхронно перемещается по направляющим 15 от привода 16 в направлении стрелок *M*.

Управление процессом сварки — включение машины в работу, перемещение и вращение панели — может производиться вручную от кнопочного пульта или автоматически по заданной программе (УПУ-ТЭС).

Схема базирования

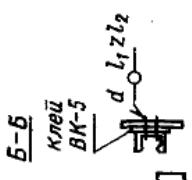
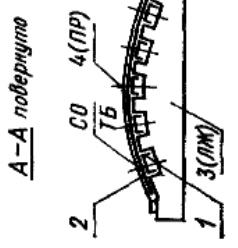
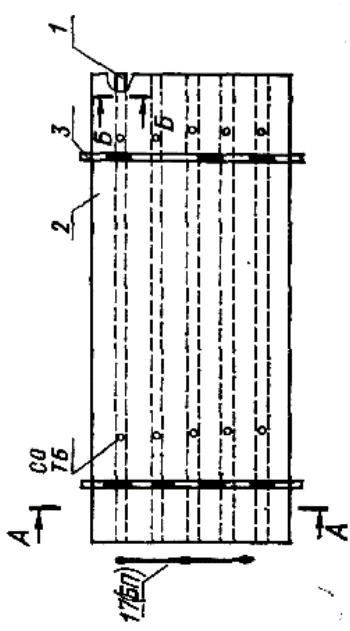
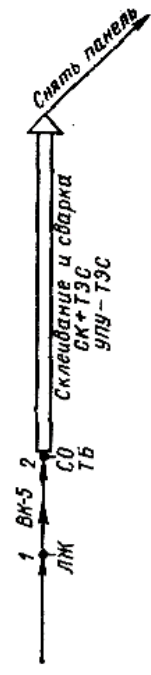
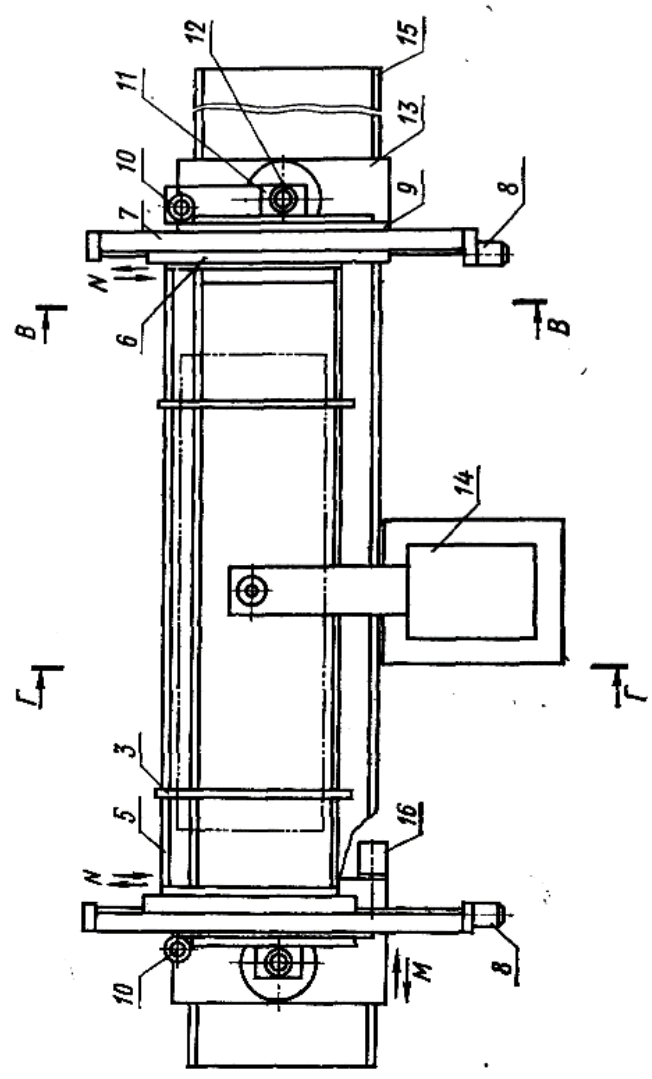


Схема сборки

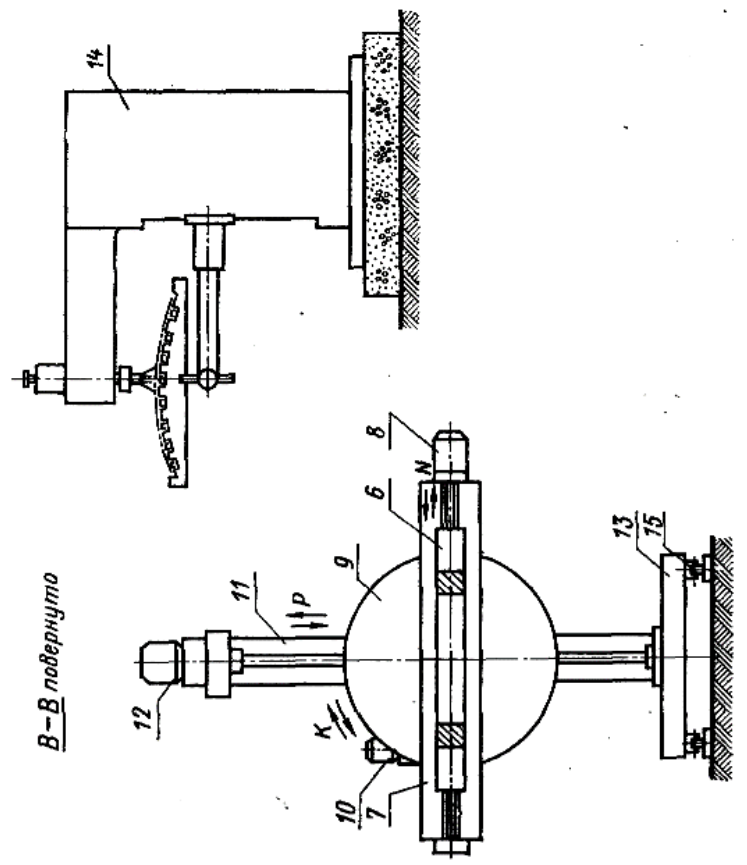


Приспособление и его оснащение



Г-Г повернуто

В-В повернуто



В компоновках рассмотрены сборка и сварка ААрДЭС плоских узлов типа лонжеронов, балок и нервюр. Характерным признаком данной компоновки является то, что рассматриваемое в ней приспособление типа ССП позволяет производить переналадку на сборку-сварку группы лонжеронов, балок и нервюр разного типоразмера. Принципиальная схема такой компоновки может быть использована для узлов клепаной конструкции.

### 1. Конструкция лонжерона и метод базирования деталей

Лонжерон состоит из поясов 1 и 2, стыковых узлов 3 и 4, составной стенки 5, состоящей из трех частей и стоек 6 и 7. Детали лонжерона 1, 2, 5, 6, 7 выполнены из материала ВНС-3, а стыковые узлы 3 и 4 из материала 30ХГСНА. В стенках лонжерона просверлены отверстия УБО, а в стыковых узлах 3 и 4 — ОСБ под стыковые болты. Требуемая точность по контуру ПК составляет  $\pm 0,5$  мм на сторону. Точность на размеры  $L$  и  $H$  составляет  $\pm 1,0$  мм и  $\pm 0,5$  мм соответственно.

Сваривают детали плавящимся электродом в среде защитных газов. Сварку поясов, стенок и стыковых узлов производят с двух сторон.

В качестве баз приняты:

поверхность каркаса ПК при установке и закреплении поясов лонжеронов 1 и 2;

ОСБ и поверхность фиксаторов 10 (ФП) при установке и закреплении стыковых узлов 3 и 4;

УБО и базовые опоры приспособления 11 (ОП) при установке стенок 5 лонжерона;

поверхность стенок 5 и опоры приспособления 12 (ОП) при установке стоек 6 и 7 лонжерона.

### 2. Условия поставки деталей лонжерона на сборку-сварку

Пояса 1 и 2 поступают на сборку в окончательно обработанном виде с обрезанными и подготовленными под сварку кромками и торцами. Стыковые узлы подаются окончательно обработанными по обводам, торцу и привалочной плоскости с предварительно просверленными отверстиями ОСБ;

стенки 5 подаются обработанными по контуру с подготовленными под сварку кромками с просверленными в них отверстиями УБО и прошедшими термическую обработку;

стойки 6, 7 поступают с обрезанными торцами и подготовленными под сварку поверхностями.

### 3. Схема сборки-сварки лонжерона

Сборку и сварку производят в следующей последовательности:

1) устанавливают пояса 1 и 2 на опоры 8 (ОП) приспособления и прижимают к ним пневмозажимами 9 (ПР);

2) стыковые узлы 3 и 4 устанавливают на фиксаторы 10 (ФП) и закрепляют ТБ;

3) соединяют пояса 1 и 2 со стыковыми узлами 3 и 4 сваркой ААрДЭС на автомате АРК-2;

4) устанавливают стенки 5 на опоры 11 (ОП), базируя их по УБО. Сваривают стенки с поясами и стыковыми узлами. При сварке приспособления поворачивается на  $180^\circ$ ;

5) устанавливают стойки 6 и 7 по опорам 12 (ОП) приспособления и закрепляют их прижимами 13 (ПР). Соединение стоек со стенками и поясами выполняют на автомате АРК-2.

Собранный лонжерон снимают с приспособления и передают на участок контроля, правки, термообработки и последующей сборки.

### 4. Приспособление и его оснащение

Приспособление состоит из каркаса 14 рамной конструкции, на котором закреплены продольные линейки 15. На раме установлены диски 16. Рама с дисками 16 может вращаться вокруг оси на опорных роликах 17. Последние укреплены на массивном основании 18. Механизм поворота 19 приводит во вращение раму 14. Это позволяет установить раму под различные углы для производства сварки на различных участках лонжеронов. На раму устанавливают сменные наладки, состоящие из поперечных линеек 20 с установленными на них наладкой 21, фиксаторами 22. На каждой наладке 21 установлены гидрозажимы 9 и опоры УБО 11. Наладки 21 снабжены опорами 8, рабочий контур которых выполнен по наружному контуру каркаса ПК.

Поперечные линейки 20 с помощью кронштейнов 23 устанавливают в требуемом положении на раме по базовым координатным линейкам 15.

На наладках 21 имеются базовые площадки 12 и прижимы 13 для фиксации стоек 6, 7.

Наличие продольных и поперечных линеек с системой координатных отверстий позволяет быстро и точно производить установку опор 8 на соответствующий размер  $l$ , т. е. переналаживать приспособление для сборки-сварки различных типоразмеров узлов.

Сварочная головка 24, установленная на консоли 25 автомата АРК-2, может перемещаться вдоль консоли, а консоль перемещается вверх и вниз по направлению стрелок  $S$ .

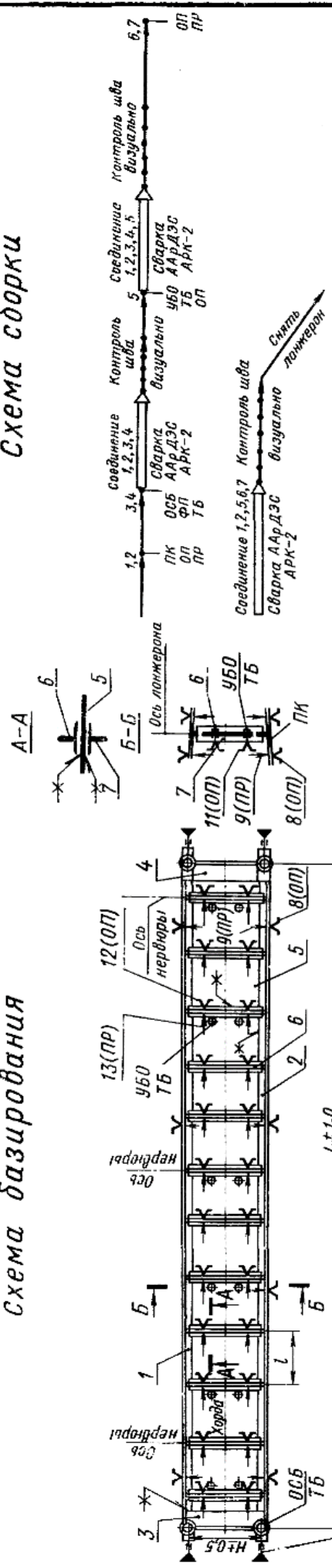
Консоль с головкой установлена на колонне 26, которая перемещается вдоль приспособления по рельсовому пути 27.

Автомат АРК-2 оснащен источником питания, пультом управления и баллонами с системой регулирования подачи защитного газа.

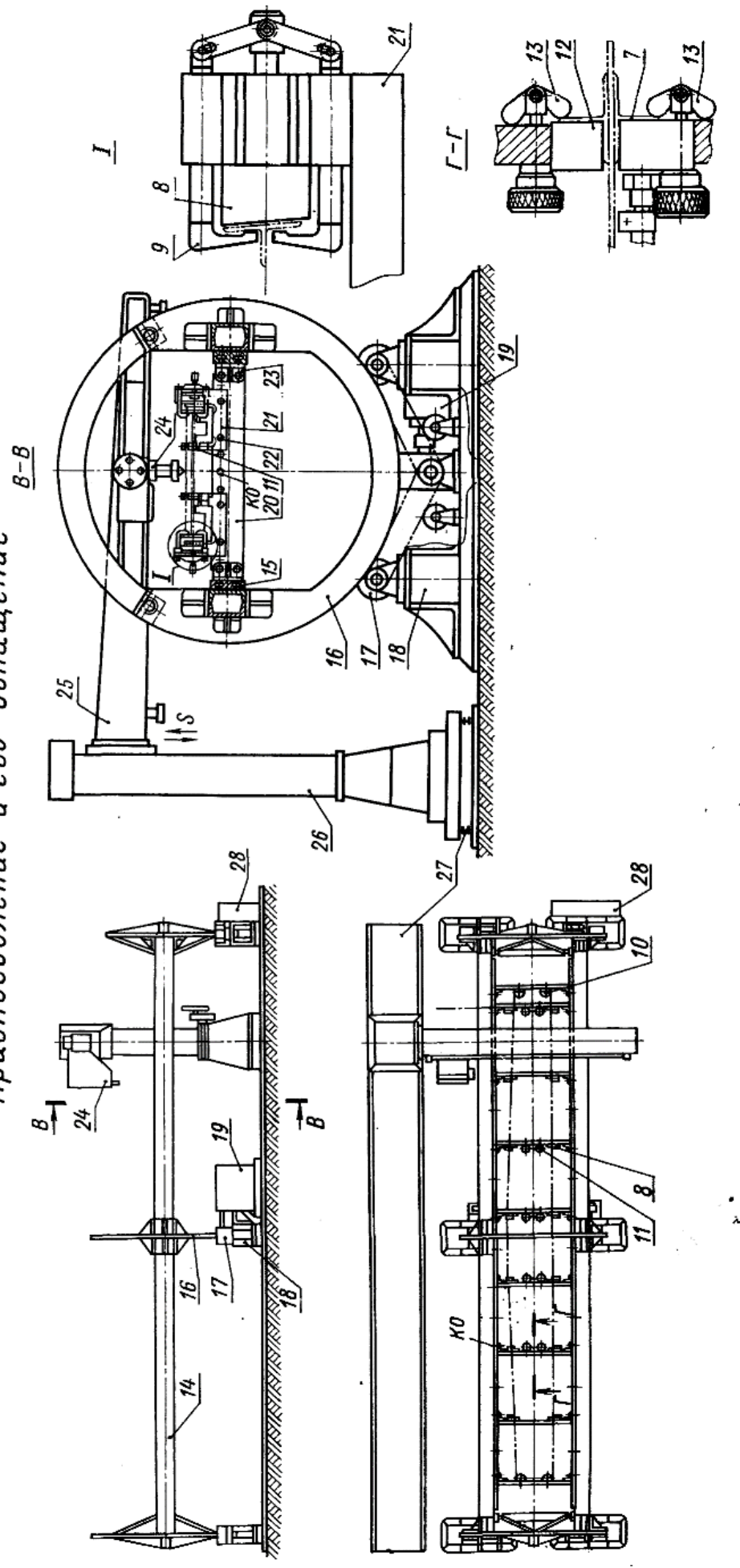
Управление, подъем и опускание консоли, а также перемещение сварочной головки вдоль шва осуществляется с пульта управления 28 вручную или автоматически.

Схема базирования

Схема сборки



Приспособление и его оснащение



В компоновке рассмотрен процесс сборки-сварки ДЭС продольных швов секций панелей фюзеляжа, гондол двигателей гондол шасси самолетов и вертолетов.

В приспособлении можно производить сборку-сварку ДЭС незамкнутых секций, состоящих из панелей цилиндрической и конической формы одинарной кривизны.

В качестве примера рассмотрим сборку-сварку секций панелей цилиндрического отсека фюзеляжа самолета.

### 1. Конструктивно-технологические особенности секции панелей и схема базирования

Секция панелей фюзеляжа представляет собой незамкнутую конструкцию цилиндрической формы, состоящую из трех предварительно собранных панелей 1, 2, 3. Панели соединяют сваркой между собой встык по профилям 4. Требуемая точность внешнего обвода  $\pm 1,0$  мм на сторону.

В качестве базы при установке панелей приняты координатно-фиксирующие отверстия КФО.

### 2. Условия поставки панелей на сборку-сварку

Панели 1, 2, 3 поступают собранными с отверстиями КФО в шпангоутах. К панели 1 приварены стыковые профили 4. Торцы и кромки панелей прирезаны, и свариваемые поверхности подготовлены к сварке.

### 3. Схема сборки

Сборку производят в следующем порядке:

1) устанавливают панели 1, 2, 3, базировав их по КФО, и закрепляют их в кронштейнах спутника технологическими болтами, вставленными в КФО. Профили 4 вводят в пазы опорной балки 5. Сначала устанавливают панель 1, а затем панели 2, 3;

2) поворачивают наладку 7 с панелями и совмещают шов с осью сварочной головки 20. Прижимают панель 2 к профилю 4 прижимами 6 (ПР);

3) включают сварочную головку в работу. Сварку шва по всей длине изделия производят в автоматическом режиме за один или несколько прохо-

дов. По окончании процесса сварки одного шва головка 20 отводится вверх в исходное положение, а прижимы 6 отключаются;

4) наладка с панелями поворачивается для сварки следующего шва также в автоматическом режиме;

5) по окончании процесса сварки освобождают технологические болты и снимают секцию.

### 4. Приспособление и его оснащение

Приспособление представляет собой наладку (спутник) 7, на которой смонтированы кронштейны КФО 8 и опорные балки 5. На спутнике 7 закреплены с торцов фланцы 9, с помощью которых спутник крепится к планшайбам 10, 11 передней и задней бабок 12, 13 стэнда.

Задняя бабка 13 установлена на подвижной тележке 14, которая перемещается по рельсовому пути 15. Перемещением тележки 14 стэнд можно настроить на заданную длину собираемого изделия в пределах длины эстакады 18. Наладка с закрепленной на ней секцией поворачивается на планшайбах бабок с помощью привода 16.

На балке 21 установлены прижимные балки 17 с прижимами 6. Перед сваркой производят сжатие свариваемого пакета. При этом прижимаются профили 4, опираясь на балку 5 наладки, а панели 2 прижимаются к профилю прижимами 6. Пневматические прижимы 6 с камерами 19 включаются с пульта 24 вместе с прижимными балками 17 и сварочной головкой 20. Сварочная головка установлена на направляющих продольной балки 21 и перемещается по ней вдоль приспособления.

Продольная балка закреплена на траверсе 22, которая опускается и поднимается с помощью привода 23 по направляющим эстакады.

Продольная балка может устанавливаться с помощью привода 23 в горизонтальном положении для сварки цилиндрических секций или наклонно — при сварке конических секций.

Установка может работать в ручном или автоматическом режимах. Управление работой установки производят от пульта 24.



Схема базирования

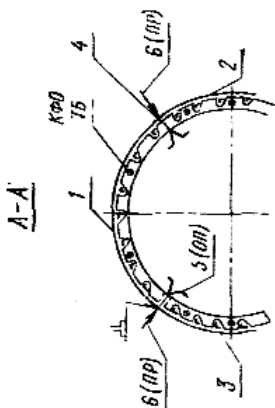
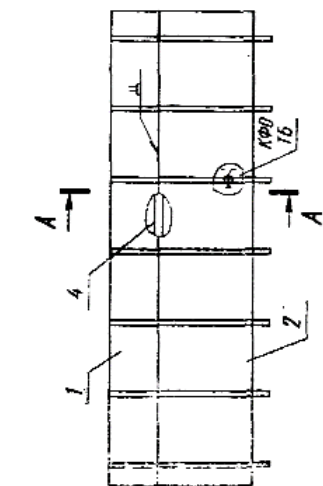
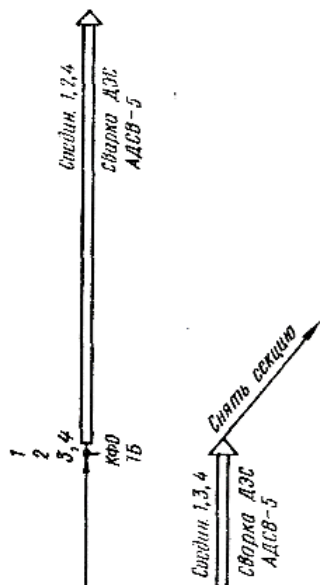
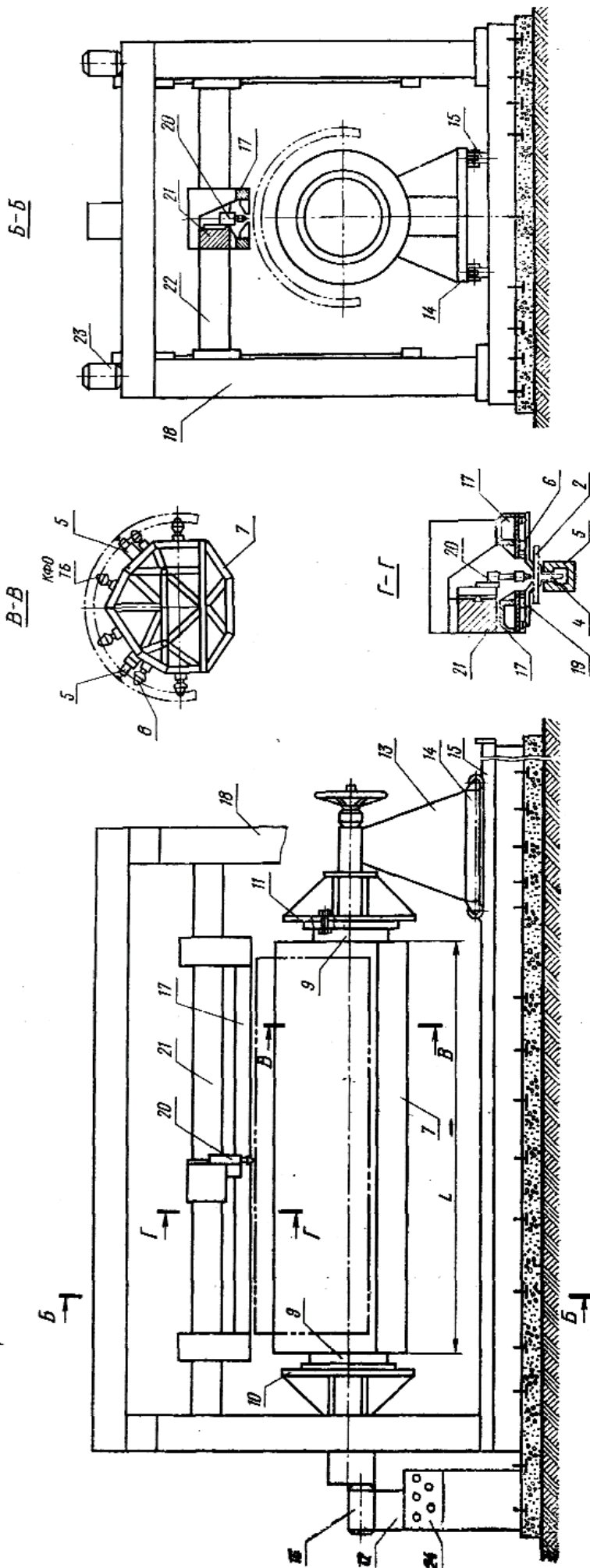


Схема сборки



Приспособление и его оснащение



В компоновке рассмотрен технологический процесс сборки и склеивания хвостовых отсеков закрылков, рулей самолетов и вертолетов, хвостовых отсеков несущих винтов вертолетов.

Рассмотрим сборку и склеивание хвостового отсека лопасти несущего винта вертолета.

Сборку производят с базированием по поверхности каркаса ПК (поверхность сотового заполнителя).

### 1. Конструктивно-технологические особенности хвостового отсека лопасти и схема базирования

Хвостовой отсек представляет собой конструкцию с сотовым заполнителем. В него входят следующие детали: обшивка 1 с законцовкой-профилем 2; торцевые нервюры 3, 4; сотоблок 5; лонжерон 6.

В качестве баз деталей приняты: поверхности обшивок 1 и поверхность опор 7 (ОП) и базовых плит при установке обшивок 1 с профилем 2 и торцевых нервюр 3, 4;

поверхности обшивок сотоблока и торцевых нервюр при установке сотоблока 5;

поверхности обшивок, сотоблока и плиты-крышки 12 при установке лонжерона 6.

### 2. Условия поставки деталей на сборку

Обшивки поступают на сборку отформованными с обработанными кромками и торцами и склепанными между собой. Между обшивками приклепан профиль 2. Торцевые нервюры 3, 4 и лонжерон 6 поступают на сборку отформованными с обработанными торцами. В них просверлены дренажные отверстия.

На лонжероне имеются отверстия для крепления хвостового отсека с лонжероном лопасти.

Сотоблок 5 поступает на сборку обработанным по торцам и обводу.

Склеиваемые поверхности деталей подготовлены к склеиванию, на них нанесены подслои клея и прикатана клеевая пленка ВК-5.

### 3. Схема сборки

Сборку хвостового отсека лопасти производят в ограниченном приспособлении. Исходное положение приспособления: верхняя плита 9 (БП), торцевая плита 11 (БП), плита-крышка 12 и кожух 30 открыты и отведены.

Сборку производят в следующей последовательности:

1) на нижней плите 8 (БП) закрепляют несколько слоев асботкани 13 и резины 14 (узел 1), на которые устанавливают обшивку 1 с профилем 2. Обшивки в поперечном направлении упирают в опорную планку 7 (ОП), в продольном направлении — на торцевую плиту 10 (БП);

2) на торцевую плиту 10 (БП) между обшивками устанавливают нервюру 3;

3) в полость между обшивками 1 и нервюрой 3 устанавливают сотоблок 5 и нервюру 4. Съемной плитой 11 (БП) нервюру 4 вместе с сотоблоком поджимают к плите 10 (БП); закрепляют плиту 11 в рабочем положении фиксатором 28;

4) устанавливают лонжерон 6 и плиту-крышку 12, на которой закреплены несколько слоев асботкани и резины, закрепляют плиту 12 в рабочем положении фиксатором 23;

5) закрывают верхнюю плиту 8 (БП); и закрепляют ее фиксатором 25 в вилке 24;

6) закрывают приспособление теплоизоляционным кожухом 30. Включают электронагреватели 15 верхней и нижней плиты. В течение времени полимеризации клея поддерживается режим склеивания;

7) по окончании процесса склеивания снимают кожух 30, открывают плиту 9, плиту-крышку 12 и отводят прижимную плиту 11. Снимают отсек.

### 4. Приспособление и его оснащение

Приспособление состоит из верхней 8 и нижней 9 плит, в которые вмонтированы электронагревательные элементы (ТЭН) 15;

Нижняя плита 8 установлена на теплоизоляционную прокладку 17 и жестко закреплена на основании 16. Верхняя плита 9 установлена на кронштейнах 18 и закреплена болтами 19.

При установке деталей и выемке готового отсека верхняя плита открывается при помощи гидроцилиндра 20, закрепленного на кронштейне 21.

Для фиксации торцевых нервюр 3, 4 служат базовая плита 10 и прижимная плита 11. Базовая плита 10 крепится к основанию 16, а прижимная плита может быть откинута по оси 26 и фиксируется на вилке 27 штырем 28.

Приспособление смонтировано на опорах 29.

Вся рабочая зона приспособления защищена теплоизоляционным кожухом 30. Кожух имеет возможность открываться на специальных шарнирных петлях.

Схема базирования

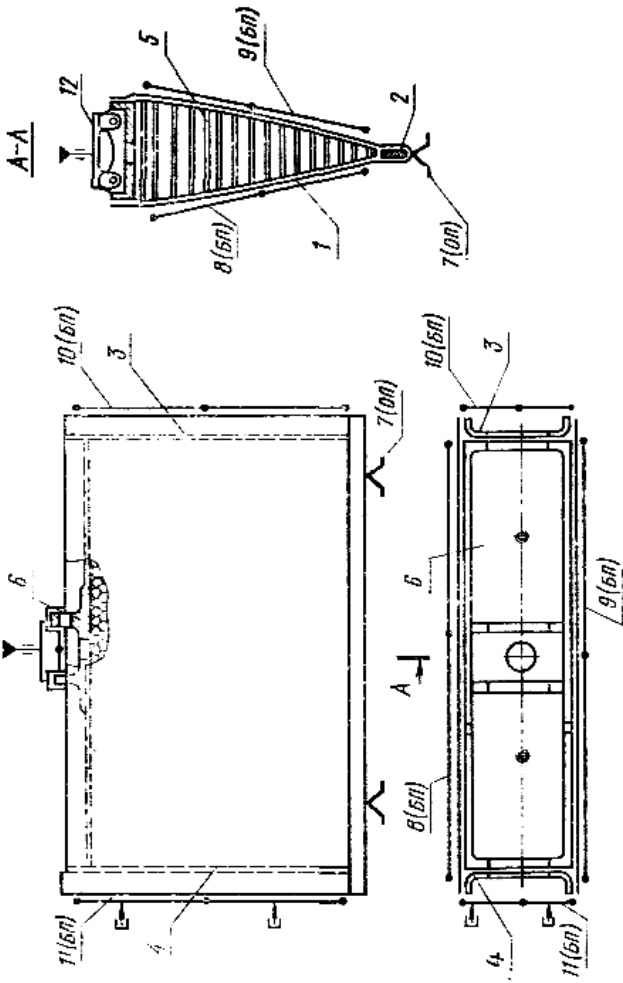
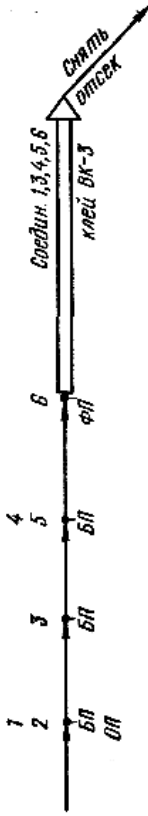
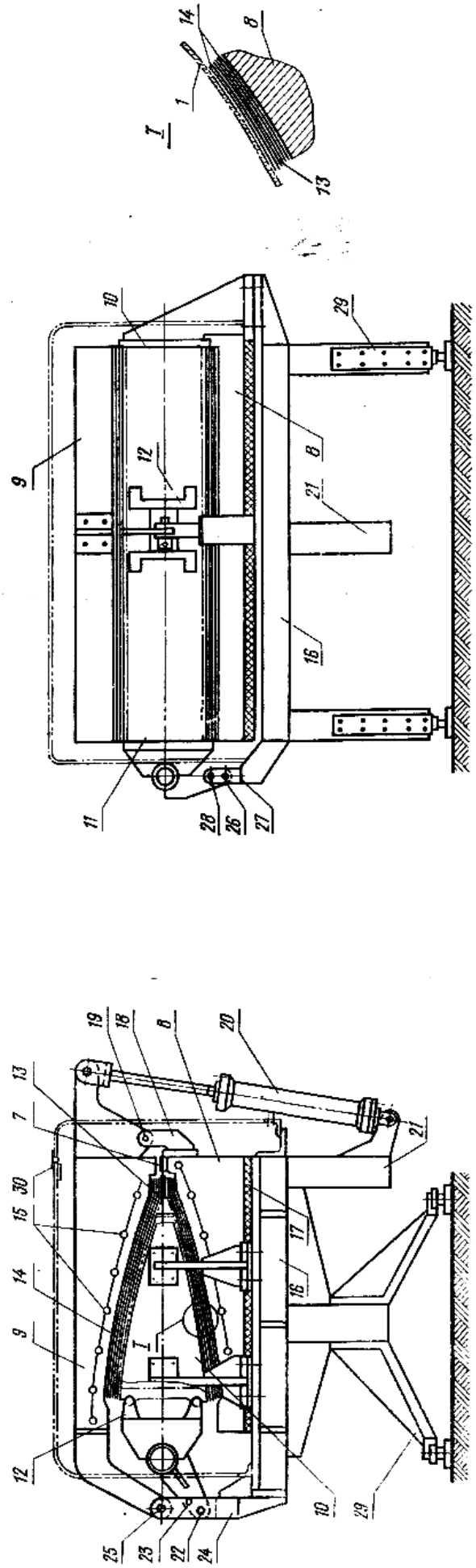


Схема сборки



Приспособление и его оснащение



В компоновке разработан технологический процесс сборки и склеивания хвостовых частей рулей, элеронов, закрылков, щитков самолетов и вертолетов и законцовок лопастей несущего и хвостового винтов вертолетов из металлических и композиционных материалов.

В качестве примера рассмотрим сборку и склеивание хвостовой части рулей направления самолета.

Сборку производят в ограничительном приспособлении с базированием по наружной поверхности обшивки НП.

### 1. Конструктивно-технологические особенности хвостовой части руля направления и метод базирования

Хвостовая часть руля состоит из профиля 1, обшивок 2, 3, торцевых нервюр 4, лонжерона 5 и вспенивающегося заполнителя 6.

Детали каркаса и обшивок выполнены из материала Д16-Т, а заполнитель из материала ФК-20. Соединение деталей осуществляется клеем ВК-2. Требуемая точность по обводу составляет  $\pm 0,5$  мм на одну сторону.

В качестве баз приняты:

наружная поверхность обшивки НП и поверхности базовых плит 7, 8 (БП) при установке профиля 1 и обшивок 2 и 3 в ограничительное приспособление. В продольном направлении профиль и обшивки опираются на базовые плиты 9, 10 (БП); поверхность нервюр 4 и поверхность базовых плит 9, 10 (БП) при установке нервюр 4;

внутренняя поверхность обшивок ВП и поверхность лонжерона 6 при установке и закреплении его в приспособлении. Положение лонжеронов фиксируется обшивками и плитой-крышкой 11 (БП).

### 2. Условия поставки деталей на сборку-склеивание

Профиль 1 вместе с приклепанными к нему обшивками 2 и 3 поступают на сборку с обработанными кромками и торцами. Нервюры 4 и лонжерон 5 поступают на сборку отформованными с обрабо-

танными торцами и стойками для установки нервюр. В стенке лонжерона имеются отверстия. На внутренние поверхности лонжеронов и нервюр нанесен подслои из клея БФ-2.

### 3. Схема сборки и склеивания

Сборку и склеивание производят в ограничительном приспособлении и выполняют в следующей последовательности:

1) устанавливают профиль 1 с обшивками 2 и 3 между плитами 7, 8, 9, 10 (БП);

2) устанавливают торцевые нервюры 4 и опирают их к плитам 9, 10 (БП);

3) устанавливают лонжерон 5 и поджимают его к обшивками плитой-крышкой 11 (БП). Закрепляют плиту-крышку 11 (БП) к плитам 7, 8;

4) в пространство между обшивками и нервюрами через отверстия М в лонжероне и плите 11 (БП) засыпается требуемое количество самовспенивающегося заполнителя 6;

5) заглушают отверстия в плите-крышке заглушкой 21. Включают электронагреватели 13. Процесс нагрева, вспенивания заполнителя и охлаждения производится в автоматическом цикле от системы с программным управлением ПУ.

### 4. Приспособление и его оснащение

Приспособление состоит из плит 7, 8, которые выполнены с внутренней стороны по наружному контуру обшивок. В плиты 7, 8 вмонтированы электронагревательные элементы 13 и закрыты крышкой 12. Между крышкой 12 и нагревателями установлены асбестовые прокладки 20. Торцевые плиты 9, 10 закреплены жестко на плитах 7, 8. Плита-крышка 11 фиксируется и закрепляется на плитах 7, 8 винтами 15. На крышке установлен предохранительный клапан 22. Для съема и установки на крышке имеются рым-болты 14.

Плиты 7, 8 вмонтированы на основании 16 с помощью угольников 17.

Управление режимом нагрева, выдержка и охлаждение осуществляются с пульта 18, в котором вмонтирован блок питания 19 электронагревателя.

Схема базирования

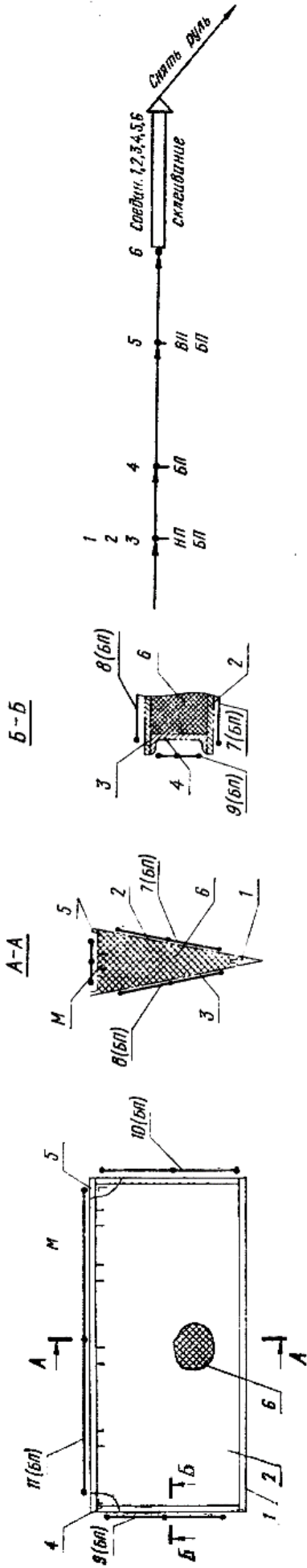
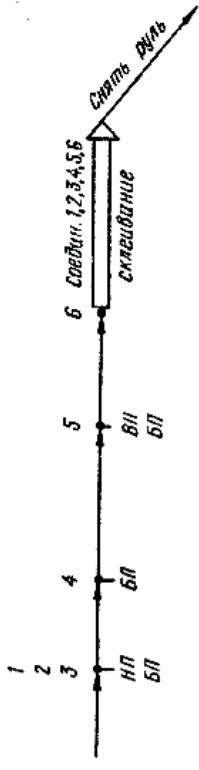
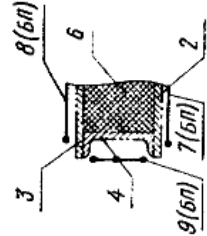


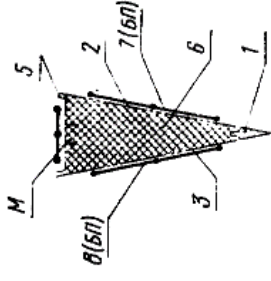
Схема сборки



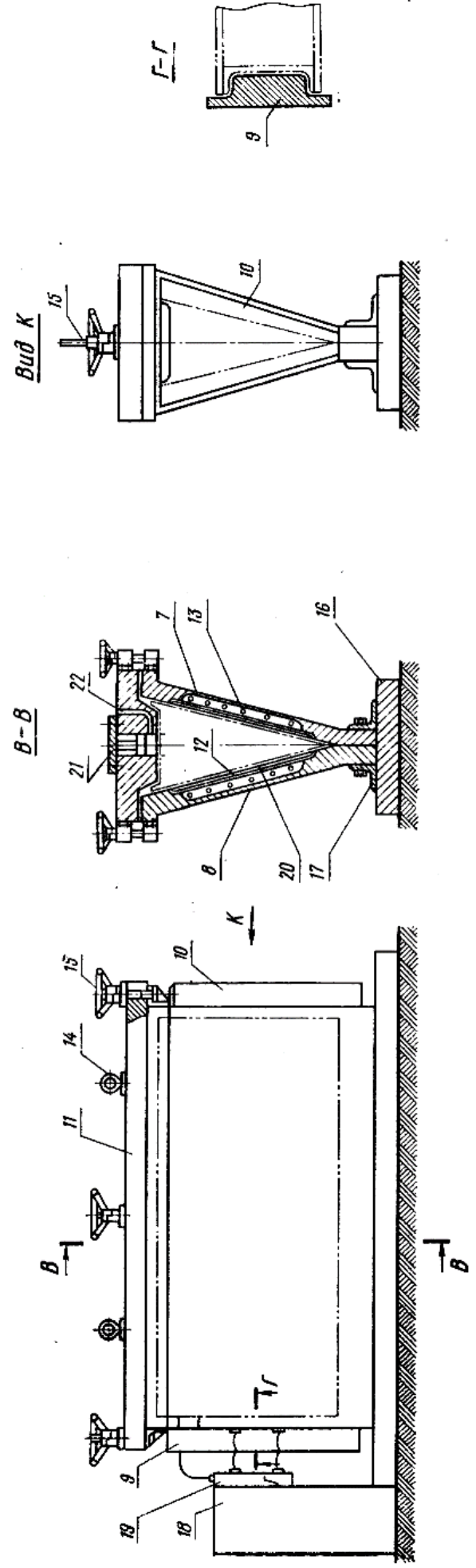
Б-Б



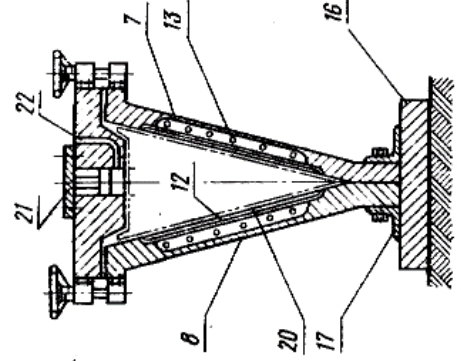
А-А



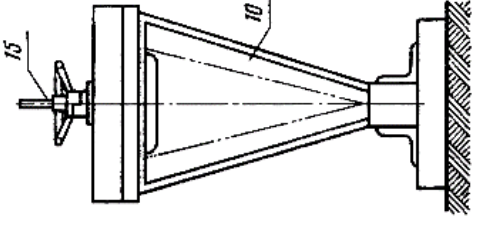
Приспособление и его оснащение



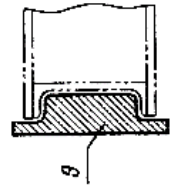
В-В



Вид К



Г-Г



# ПРИМЕРЫ КОМПОНОВОК РАЗДЕЛОЧНЫХ СТЕНДОВ

**РС-60**

## КОМПОНОВКА РАЗДЕЛОЧНОГО СТЕНДА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ФЛАНЦЕВОГО СТЫКА ОТЪЕМНОЙ ЧАСТИ КРЫЛА (ОЧК)

В компоновке рассмотрен технологический процесс обработки фланцевых стыков и разделки отверстий ОСБ в агрегатах (отсеках) крыльев, стабилизаторов, килей стреловидной и нестреловидной формы самолетов и вертолетов клепаной, сварной конструкции и отсеков из композиционных материалов.

Данный разделочный стенд позволяет производить обработку привалочной плоскости, пазов и отверстий под стыковые болты.

Рассмотрим обработку привалочной плоскости с последующей разделкой отверстий под ОСБ во фланцевом стыке, ОЧК.

### 1. Требования к точности обработки стыка крыла и метод базирования

ОЧК 1 имеет фланцевый стык  $f$  с отверстиями под стыковые болты 11 (ОСБ). Отверстия ОСБ расположены по контуру стыка на заданном расстоянии от контура обшивки.

Привалочная плоскость перпендикулярна плоскости хорд крыла и имеет допуск  $\pm \Delta V$  ( $90^\circ \pm \Delta V$ ). Шероховатость привалочной плоскости  $I$  Rz 20. Отверстия (ОСБ) перпендикулярны плоскости стыка и имеют допуск  $\pm \Delta \phi$  ( $90^\circ \pm \Delta \phi$ ).

Отверстия ОСБ выполнены по 3 классу точности с шероховатостью 1,25. В консоли крыла по

нижней обшивке имеется УБО.

В качестве базы для установки отсека крыла в разделочном стенде приняты наружная поверхность обшивки НП и УБО и рабочие поверхности рубильников РБ.

### 2. Условия поставки крыла на разделку

ОЧК поставляют полностью собранным с УБО. По привалочной плоскости в отверстиях стыковых болтов предусмотрены припуски по 2 мм, которые снимают в процессе обработки в стенде.

### 3. Схема последовательности фрезерования плоскости стыка и разделки отверстий ОСБ

Фрезерование стыка и разделки ОСБ проводят в следующем порядке.

А. Установка ОЧК на стенд:

1) устанавливают отсек крыла 1 на рубильники 2 (РБ) и вставляют в УБО фиксаторы 3 (ФШ).

В таком положении отсек закрепляют прижимами 6 (ПР).

Б. Фрезерование плоскости стыка:

2) отводят плиту разделочного стенда 5 (ПРС);

3) подводят фрезерную головку 7 в рабочее положение;

4) фрезеруют поверхность стыка 1;

5) отводят ФГ в исходную позицию.

В. Разделка ОСБ:

6) подводят плиту 5 (ПРС) и устанавливают в рабочем положении, фиксируя ее в рубильнике болтами, вставленными в БО;

7) устанавливают сверлильный агрегат 9 в рабочее положение;

8) через кондукторные втулки в плите разделочного стенда развертывают отверстия ОСБ;

9) по окончании процесса обработки отводят сверлильную головку и плиту 5 в исходную позицию.

Г. Снятие ОЧК:

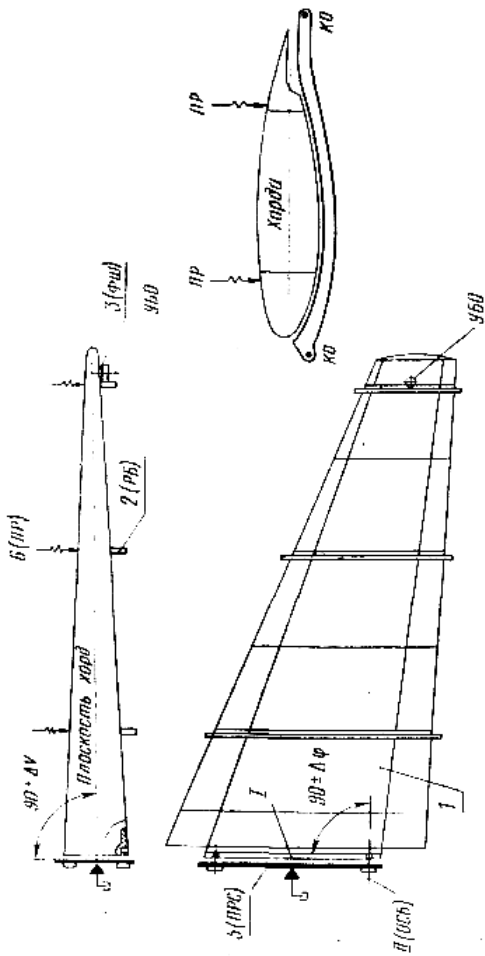
10) снимают ОЧК со стенда.

### 4. Разделочный стенд и его оснащение

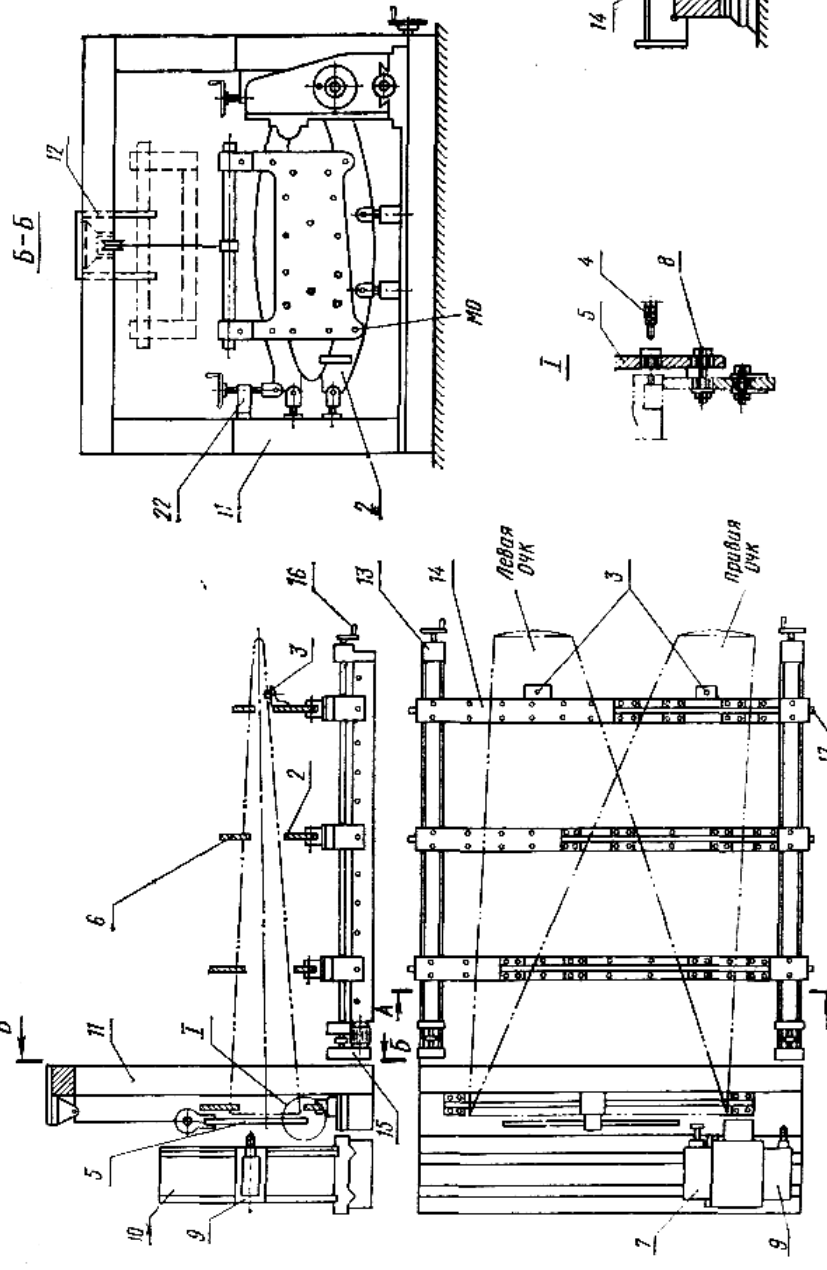
Разделочный стенд состоит из станка 10 с установленными на нем двумя головками 7 и 9 для фрезерования плоскости и разделки отверстия ОСБ с комплектом режущих инструментов 4. На портале 11 подвешен механизм 12 для подъема и опускания плиты разделочного стенда 5 (ПРС). Стенд имеет две продольные балки 13, на которых установлено несколько поперечных балок 14, которые перемещаются вдоль стенда с помощью привода 15 или вручную от маховика 16. Перемещение каждой поперечной балки производится независимо. Поперечные балки фиксируются на заданном расстоянии в продольных балках штырями 17. Балки 14 имеют направляющие, на которых установлены по две опоры 18 и 19. На опорах 18 закреплены рубильники 2. На опорах 19 установлены регулируемые вертикальные стойки 20 и 21. На стойке 21 смонтирован узел прижима 22 с ложементом 6.

В балках, линейках и стойках просверлена система координатных отверстий, что позволяет быстро настроить стенд на обработку другого типоразмера крыла. Стенд снабжен комплектами рубильников и ложементов для обработки различных отсеков и агрегатов.

Точность обработки и схема базирования



Разделочный стэнд и его оснащение



Цикловой график фрезерования стыка и разделка отверстий ОСБ

Последовательность и содержание операций	№ позиций, операций, переходов	Цикловое время t <sub>ц</sub> , мин
А Установить ОЧК на стэнд	1	НП У60 РБ, ЛЖ
Б Фрезерование плоскости стыка	2	ПРС
	3	ФГ
	4	ПРС
	5	ФГ
В Разделка отверстий II (ОСБ)	6	ПРС
	7	СА
	8	СА
Г Снятие ОЧК со стэнда	9	
	10	

t<sub>ц</sub>

В компоновке рассмотрена обработка стыковых узлов и плоскостей стыка собранного агрегата (отсека) носовой и хвостовой части фюзеляжа самолета, кабины вертолета, хвостовой балки вертолета.

Рассмотрим обработку плоскости стыка 9 с разделкой отверстий под ОСБ в стыковом шпангоуте и разделку отверстий ОСБ в узлах навески крыла и передней стойки шасси.

### 1. Требования к точности расположения стыковых узлов и привалочных плоскостей отсека фюзеляжа и метод его базирования

Носовой отсек фюзеляжа 1 имеет фланцевый стык с отверстиями под стыковые болты II (ОСБ) в стыковом шпангоуте 2, расположенными по окружности диаметром  $d$ . Привалочная плоскость I должна быть перпендикулярна оси отсека с допуском  $\pm \Delta \varphi$  ( $90^\circ \pm \Delta \varphi$ ). Отверстия II (ОСБ) выполняются по 3 классу точности с шероховатостью 1,25.

На отсек установлены узлы 3, 4, 5, 6 стыка с крылом.

Для установки на отсек передней стойки ноги шасси имеется узел 7.

Все узлы заординированы относительно базовых осей отсека и плоскости стыка. На размеры  $A$ ,  $D$ ,  $M$ ,  $C$ ,  $K$  дан допуск  $\pm 1$  мм, а на размер  $B$  —  $\pm 0,1$  мм. В качестве базы для установки отсека в разделочном стенде приняты:

УБО 8 и 9, просверленные в нижней панели отсека, и фиксаторы 10, 11 на ложементх 12 (ЛЖ); наружная поверхность обшивки нижней панели и рабочие поверхности ложементов 12 (ЛЖ).

### 2. Условия поставки отсека на разделку

Отсек поставляют полностью собранным, загерметизированным и прошедшим контрольные операции. По привалочной плоскости I (ПС) и отверстиям под стыковые болты — II (ОСБ), III (ОСБ), IV (ОСБ), V (ОСБ), VI (ОСБ) и VII (ОСБ) предусмотрены припуски 2 мм. В нижней обшивке просверлены два отверстия УБО.

### 3. Схема последовательности фрезерования плоскости стыка и разделки отверстий под стыковые болты

Фрезерование плоскости стыка и разделку ОСБ проводят в следующем порядке (см. цикловой график).

А. Установка отсека на разделочный стенд:

1) устанавливают отсек 1 на ложементы 12 (ЛЖ), фиксируют его по 8, 9 (УБО) фиксаторами 10, 11 и прижимают к ложементам рубильниками 13 (РБ).

Б. Фрезерование плоскости стыка:

2) подводят фрезерную головку 16 к шпангоуту;  
3) фрезеруют плоскость стыка I;  
4) отводят фрезерную головку в исходную позицию.

В. Разделка стыковых отверстий II:

5) устанавливают плиту разделочного стенда 14 (ПРС), фиксируя ее в рабочем положении по реперам 26 стенда;

6) подводят сверлильный агрегат 23 в рабочую позицию;

7) через кондукторные втулки плиты развертывают в два перехода стыковые отверстия II (ОСБ) в шпангоуте 2;

8) отводят СА в исходную позицию;

9) отводят плиту разделочного стенда ПРС в исходную позицию.

Г. Разделка стыковых отверстий III и IV:

10) устанавливают в рабочее положение кондукторные головки 15 (КН-П2) в узлах 3 и 4 отсека I;

11) подводят радиально-сверлильный станок 22 в рабочую позицию III (ОСБ);

12) зенкуют, развертывают и упрочняют отверстия III (ОСБ);

13) подводят радиально-сверлильный станок в рабочую позицию IV (ОСБ);

14) зенкуют, развертывают и упрочняют отверстия IV (ОСБ);

15) отводят радиально-сверлильный станок в исходное положение;

16) отводят кондукторную головку 15 (КН-П2) от отверстий III, IV (ОСБ);

Д. Разделку стыковых отверстий V и VI производят так же, как и отверстий III и IV.

Е. Разделка стыкового отверстия VII:

24) подводят сверлильный агрегат 21 в рабочую позицию для обработки отверстий VII (ОСБ);

25) зенкуют, развертывают и упрочняют отверстия VII (ОСБ);

26) отводят СА в исходную позицию;

Ж. Снятие отсека фюзеляжа со стенда 27.

В зависимости от принятого технологического процесса фрезерования поверхности I (ПС) и обработку отверстий II, III, IV и V можно производить одновременно.

### 4. Разделочный стенд и его оснащение

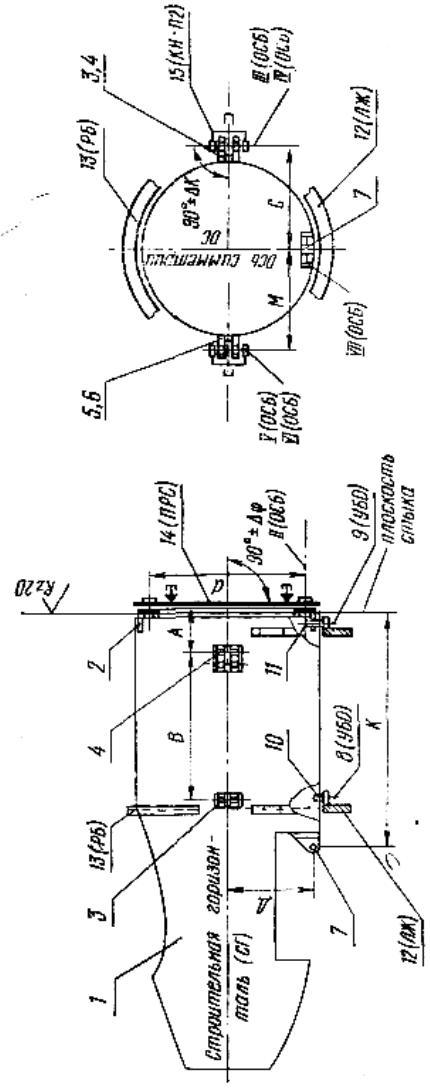
Разделочный стенд состоит из портала 24, на котором установлена плита разделочного стенда 14. Плита в рабочем положении фиксируется штырем 26. С помощью механизма 27 плита опускается в исходное положение и закрепляется в вилках 25. Рубильники 13 и ложементы 12 установлены на основании 28. Фрезерная головка 16 и сверлильная головка 23 установлены на траверсе 17, которая поворачивается вокруг горизонтальной оси вручную штурвалом 30, а при обработке шпангоута вращается электромотором 31. Траверса установлена на тумбе 18 и может перемещаться по направляющим основания 19 с помощью штурвала 29.

Кондукторные головки 15 установлены на основании 28 с двух сторон агрегата.

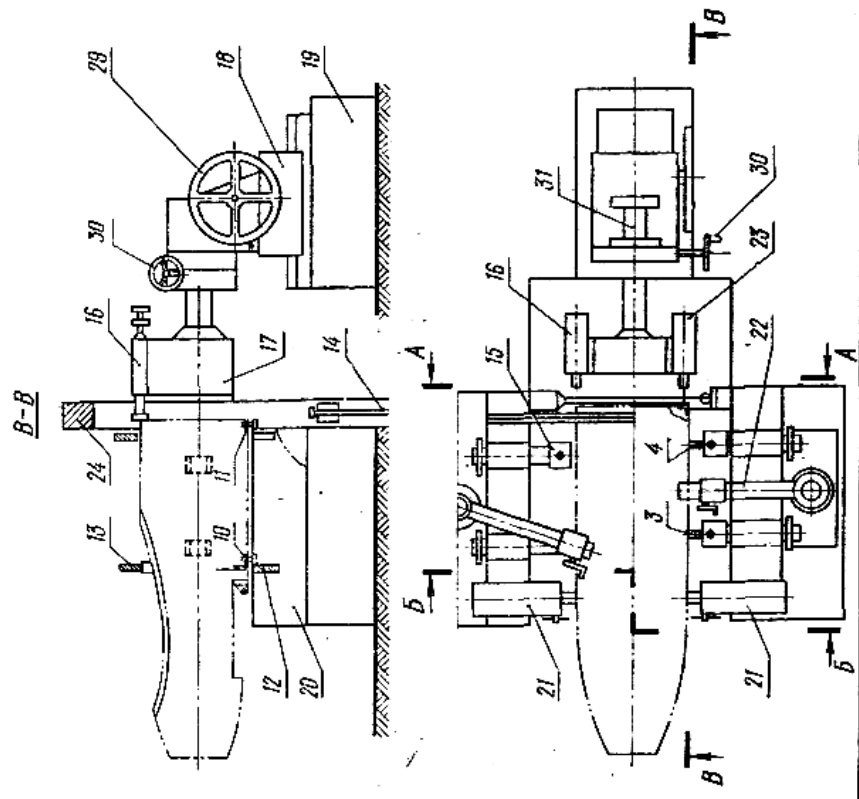
Сверлильный агрегат 21 закреплен на основании 28. На специальных фундаментах установлены два радиально-сверлильных станка 22.



Точность обработки и схема базирования



Разделочный стенд и его оснащение



Цикловой график фрезерования стыков и разделки ОСБ

Последовательность операций и № переключений	Цикловое время t <sub>ц</sub> , мин
1 Установка отска на разделочный стенд	1,0
2 Фрезерование плоскости стыка I	1,0
3	1,0
4	1,0
5	1,0
6	1,0
7 Разделка стыковых отверстий II (ОСБ)	1,0
8	1,0
9	1,0
10	1,0
11	1,0
12	1,0
13	1,0
14	1,0
15	1,0
16	1,0
17	1,0
18	1,0
19	1,0
20	1,0
21	1,0
22	1,0
23	1,0
24	1,0
25	1,0
26	1,0
27	1,0
Ж. Итого времени фрезерования со стенда	t <sub>ц</sub>

б-б

А-А (повернута)

В компоновке рассмотрен процесс обработки фланцевого стыка, пазов и отверстий ОСБ в агрегатах фюзеляжей самолетов и вертолетов и в хвостовых и концевых балках вертолетов.

Приведенный в примере разделочный стенд — универсальный, в нем можно производить обработку отсеков и агрегатов различных типоразмеров.

### 1. Требования к точности расположения стыков и метод базирования балки вертолета

Хвостовая балка вертолета имеет фланцевый стык *I* с отверстиями *II* (ОСБ), расположенными по окружности диаметром *D* и пазы *III* (ПЗ) шириной *A*. Требуемая точность расположения пазов обеспечивается минимальной перемычкой *C*. Плоскость стыка *I* должна быть перпендикулярна оси балки  $90^\circ \pm \Delta\alpha$ . Шероховатость плоскости стыка и пазов  $Rz\ 20$ . Отверстия *II* (ОСБ) выполняются по 3 классу точности с шероховатостью  $1,25$ .

С другой стороны балка имеет вильчатый стык для соединения с фюзеляжем, состоящий из узлов 2, 3 и 4. Узлы 2 и 3 выполнены в виде вилки, а узел 4 — в виде вильчатого стыка. В узлах имеются припуски по плоскости стыка *IV*, *V* и припуски по диаметру стыковых болтов *VI*, *VII*, *VIII* (ОСБ). Точность расположения узлов 2, 3, 4 обеспечивается размерами *A*, *B*, *G*, *L*, *l* с установленными на них допусками. Оси отверстий под болты в узлах 2 и 3 по отношению оси ОСБ узла 4 расположены под углом  $90^\circ \pm \Delta\beta$ .

Шероховатость поверхности стыков *IV*, *V*  $Rz\ 20$ . Отверстия *VI*, *VII*, *VIII* (ОСБ) выполнены по 3 классу точности с шероховатостью  $1,25$ .

В качестве базы для установки хвостовой балки в разделочном стенде приняты УБО, просверленные в обшивке балки, и штыревые фиксаторы 6 (ФШ) на ложементы 5 (ЛЖ). Хвостовая балка прижимается к ложементам рубильниками 7 (РБ).

### 2. Условия поставки хвостовой балки на обработку стыков и отверстий ОСБ

Хвостовая балка подается полностью собранной и прошедшей контрольные операции. По плоскости стыков *I*, *IV*, *V* (ПС) и отверстиям предусмотрены припуски 2 мм.

### 3. Схема последовательности фрезерования стыков и разделки отверстий

ОСБ выполняют в следующей последовательности.

А. Установка хвостовой балки на разделочный стенд.

- Б. Фрезерование плоскости стыка *I* (ПС).
  - В. Фрезерование пазов *III* (ПЗ).
  - Г. Разделка отверстий *II* (ОСБ).
  - Д. Фрезерование плоскостей стыков *IV* (ПС) в узлах 2 и 3.
  - Е. Разделка отверстий *VI* (ОСБ) в узлах 2 и 3.
  - Ж. Фрезерование плоскости стыка *V* (ПС) в узле 4.
  - З. Разделка отверстий *VIII* (ОСБ) в узле 4.
  - И. Снятие хвостовой балки со стенда.
- В цикловом графике приведены переходы с 1 по 31 по каждой операции.

### 4. Разделочный стенд и его оснащение

Разделочный стенд состоит из станины 31, на которой установлены направляющие 48, 49, 50. На направляющих 48 установлены портал 17 и балки 9 и 25. Портал 17 с установленными на нем траверсой 13 с двумя сверлильно-фрезерными головками 12 и 14 и кондуктором 15 перемещается по направляющим станины 31 от привода 36.

Сверлильно-фрезерные головки 12 и 14 позволяют устанавливать набор фрез, разверток и раскатников. При обработке отверстий ОСБ фрезы закрывают кожухом 44. Головки 12 и 14 перемещаются по направляющим 41, 42 траверсы с помощью приводов 45 и 47 или от штурвала вручную.

Траверса 13 перемещается вдоль портала 17 от механизма 46. Кондукторная головка 16 установлена непосредственно на станине 31.

На направляющих 49 установлен портал 27, на котором закреплена плита разделочного стенда 8 с механизмом 25 подъема и опускания ее. Плита в рабочем положении фиксируется на реперах 28, а в отведенном положении — на кронштейнах.

На направляющих 50 установлено основание 21, на котором смонтирована поворотная рама 18. С двух сторон рамы установлены фрезерная головка 10 и сверлильная головка 11. Рама поворачивается вокруг горизонтальной оси приводом 22 или вручную штурвалом 24. Рама с приводом смонтирована на тумбе 26. Тумба может перемещаться по направляющим основания 21.

С двух сторон стенда на балках 9 и 25 закреплены ложементы 5 и стойки 29. На стойках смонтированы узлы 30 с рубильниками 7.

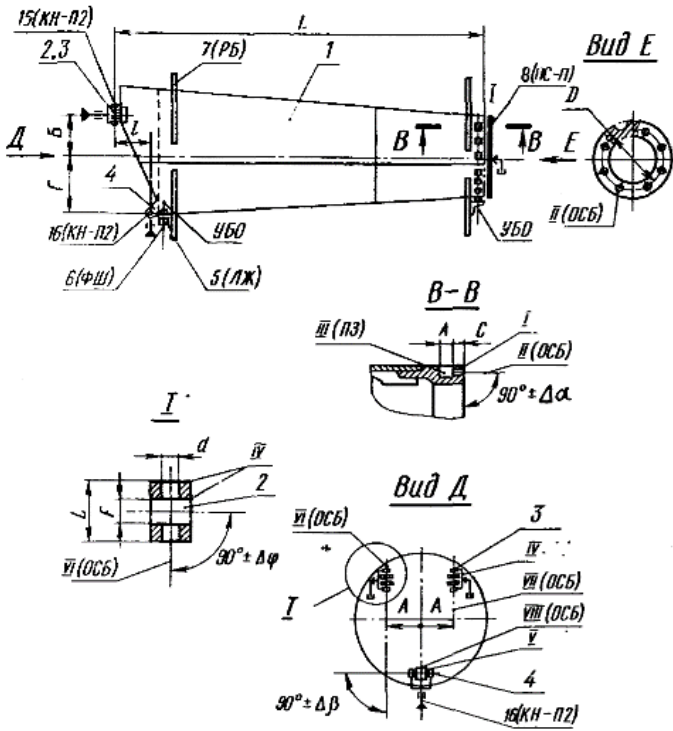
Стенд легко перенастраивается на другой типоразмер разделяемого отсека путем перемещения портала 17 и 27, балок 9 и 25, основания 21 и заменой ложементов 5, рубильников 7 и плиты разделочного стенда 8.

Подвижные элементы стенда фиксируются в рабочем положении штырями 32, 33, 34, 35, 38, 39, 40, 43.

Управление процессом фрезерования, разделки отверстий ОСБ и перемещениями портала траверсы и рабочих головок производится с пультов 51 и 53.

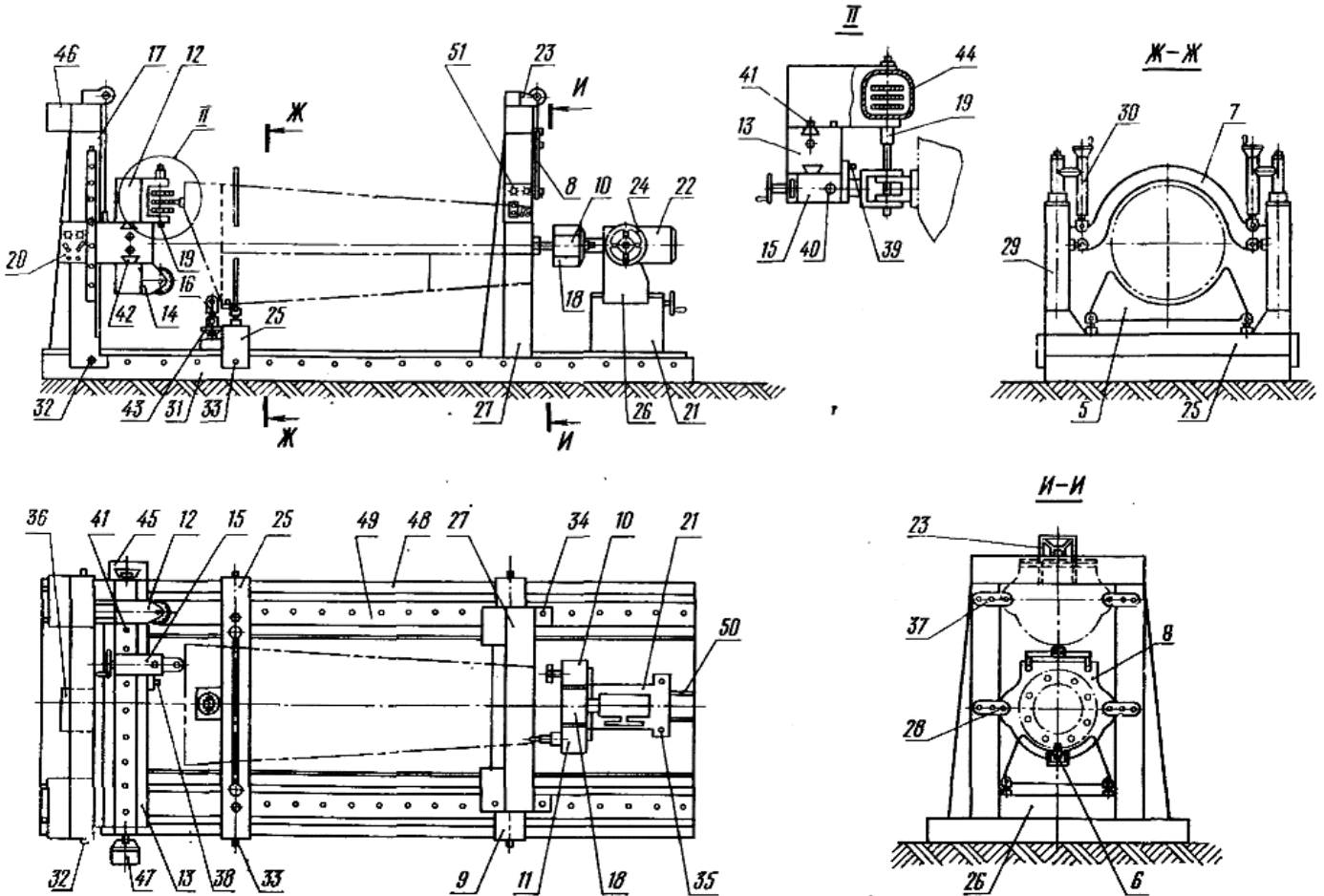
Схема базирования

Цикловой график



Последовательность, содержание операций и № переходов	цикловое время $t_{ц}$
A Установка хвостовой балки на разделочный стенд	1
Б Фрезерование плоскости стыка I	2-4
В Фрезерование пазов III (ПЗ)	5-8
Г Разделка отверстий II (ОСБ)	9-12
Д Фрезерование плоскостей стыков IV в узлах 2 и 3	13-15
Е Разделка отверстий VI (ОСБ) и VII (ОСБ) в узлах 2 и 3	16-21
Ж Фрезерование плоскости стыка V в узле 4	22-24
З Разделка отверстий VIII (ОСБ) в узле 4	25-28
И Снятие хвостовой балки со стенда	29-31

Разделочный стенд и его оснащение



В компоновке рассмотрена обработка узлов стыка и разъемов собранного агрегата кабины вертолета.

### 1. Требования к точности расположения стыковых узлов и привалочных плоскостей кабины вертолета и метод ее базирования

В узлах кабины 4, 5, 6, 7 имеются пазы I, III, V (ПЗ) с размерами  $F_1, F_2$  и отверстия II, IV, VI (ОСБ). Шероховатость пазов 2,5/, точность об-

работки  $A_3$ . Отверстия ОСБ в узлах навески подкосов шасси выполнены диаметром  $d_1, d_2, d_3$  с точностью  $A_3$  и шероховатостью поверхности 1,25/.

Положение узлов заординировано относительно оси симметрии, строительной горизонтали и плоскости разъема.

Шероховатость привалочной полости VII Rz 20/.

Отверстия VIII (ОСБ) выполняются диаметром  $d_4$  по 3 классу точности  $A_3$  с шероховатостью 1,25/.

### 2. Условия поставки кабины на разделку

Кабину вертолета поставляют полностью собранной с окончательно обработанными отверстиями ОСБ в стыковом шпангоуте по стыку с носовой частью и отверстиями ОСБ в узлах 2 и 3. Отверстия ОСБ и пазы в узлах 4, 5, 6, 7 и привалочной плоскости VII обработаны предварительно.

### 3. Цикловой график разделки пазов, стыка и отверстий ОСБ

Фрезерование пазов, стыка и разделку отверстий ОСБ выполняют в следующем порядке.

А. Устанавливают кабину вертолета в стенд:

1) кабину, установленную на ложементы 8 вводят на транспортной тележке в стенд по ОСБ, фиксируют ее технологическими болтами ТБ, установленными в ОСБ плиты 10 (ПС-ПВ) и узлах 2 и 3.

Б. Фрезерование пазов I, III в узлах 4, 5, 6:

2) подводят фрезерные головки 17, 18, 19 в рабочую позицию;

3) фрезеруют пазы I, III (ПЗ);

4) отводят фрезерные головки.

В. Разделка отверстий II, IV (ОСБ) в узлах 4, 5, 6:

5) Подводят кондукторы 14, 15, 16 (КН-П2) в рабочую позицию;

6) разделяют и упрочняют отверстия II, IV (ОСБ);

7) отводят фрезерные головки и кондукторы.

Г. Фрезерование паза V (ПЗ) в узле 7:

8) подводят и устанавливают фрезерную головку 19 (ФГ) для фрезерования паза V (ПЗ);

9) фрезеруют паз V (ПЗ);

10) отводят фрезерную головку.

Д. Разделка отверстий VI (ОСБ) в узле 7:

11) настраивают фрезерную головку 19 (ФГ) для разделки отверстий VI (ОСБ), т. е. в пинюль вставляют развертку. Подводят кондуктор 16 (КН-П2)

в позицию для разделки отверстия VI (ОСБ);

12) разделяют и упрочняют отверстие VI (ОСБ);

13) отводят фрезерную головку и кондуктор.

Е. Фрезерование плоскости стыка VII:

14) подводят фрезерную головку 20 (ФГ) в рабочую позицию;

15) фрезеруют плоскость стыка VII;

16) отводят фрезерную головку.

Ж. Разделка отверстий VIII (ОСБ):

17) устанавливают плиту разделочного стенда 13 (ПРС) в рабочую позицию;

18) подводят сверлильный агрегат 21 (СА) в рабочую позицию;

19) разделяют отверстия VIII (ОСБ);

20) отводят сверлильный агрегат и плиту разделочного стенда в исходную позицию.

З. Снятие кабины со стенда:

21) Вводят транспортную тележку, укрепляют кабину на ложементах, освобождают прижимы и выкатывают кабину из стенда.

### 4. Разделочный стенд и его оснащение

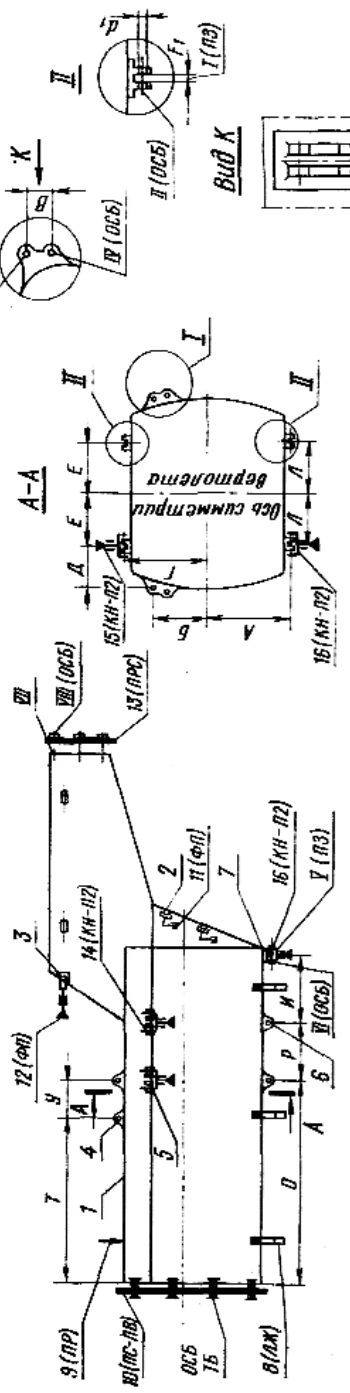
Стенд представляет собой каркас, состоящий из колонн 22, поперечных балок 23, оснований 24 и продольной балки 25. На колоннах смонтирована рама 26 с поворотной плитой стыка 10. Плита вместе с рамой поворачивается на опорах 27 и фиксируется в рабочем положении фиксаторами 28.

Плита разделочного стенда 13 закреплена на колонне. Плита 13 с помощью механизма 29 опускается и фиксируется в рабочем положении. На балках и колоннах стенда смонтированы фрезерные головки 17, 18, 19.

Фрезерная головка 17 смонтирована на направляющих каретки 30. Каретка вместе с головкой перемещается по направляющим рамы 31. Рама закреплена на опорах 32 и поднимается и опускается от винтового подъемника 33. Фрезерная головка 18 установлена на каретках 34. Каретка перемещается на направляющих, смонтированных на колоннах 35. Фрезерная головка 19 установлена на каретке 36. Каретка вместе с головкой перемещается по направляющим рамы 37. Рама закреплена на опорах 38, поднимается и опускается от винтового подъемника 39. На каретках фрезерных головок 17, 18, 19 установлены кондукторы 14, 15, 16.

Для фрезерования плоскости стыка VII и разделки отверстий VIII (ОСБ) на траверсе 40 установлены фрезерные 20 и сверлильная 21 головки. Траверсы вместе с головками поворачиваются вокруг горизонтальной оси от электромотора при фрезеровании стыка или штурвалом 41 при установке сверлильной головки в рабочую позицию. Траверса установлена на тумбе 42, которая перемещается по направляющим 43. Фиксаторы 11 (ФП) смонтированы на раме 44. Рама закреплена на колоннах 45. Фиксатор 12 (ФП) отводится и фиксируется на кронштейне 46. Для установки и съема кабины вертолета предусмотрен рельсовый путь 47, по которому вводится в стенд транспортная тележка с ложементами 8.

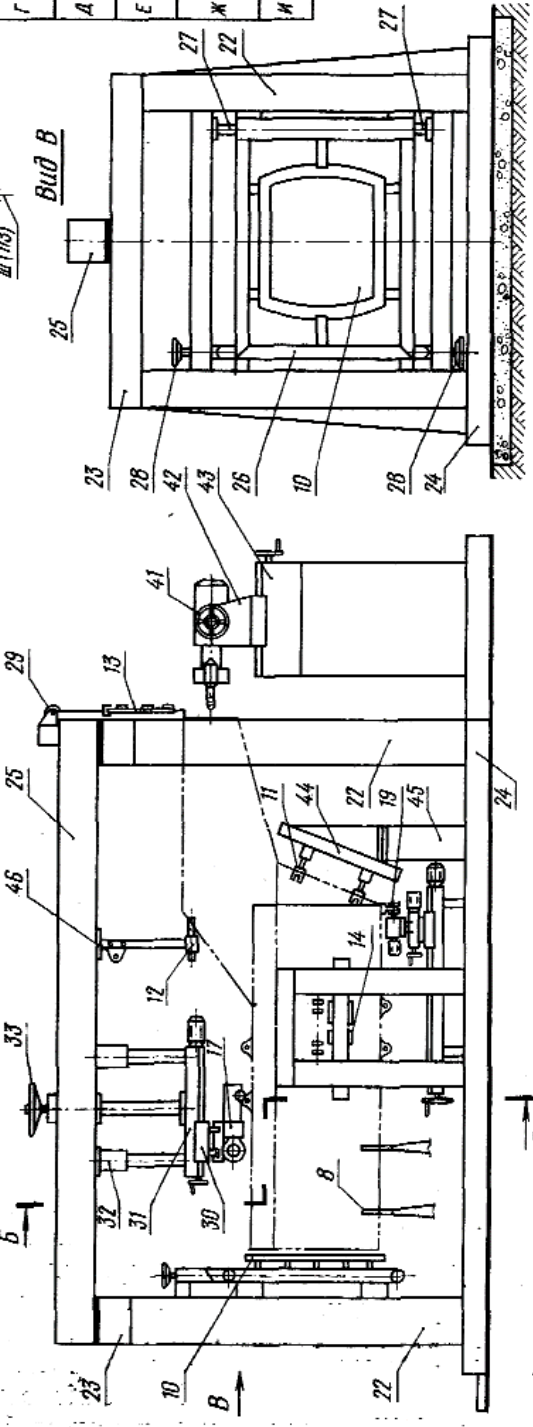
Схема базирования



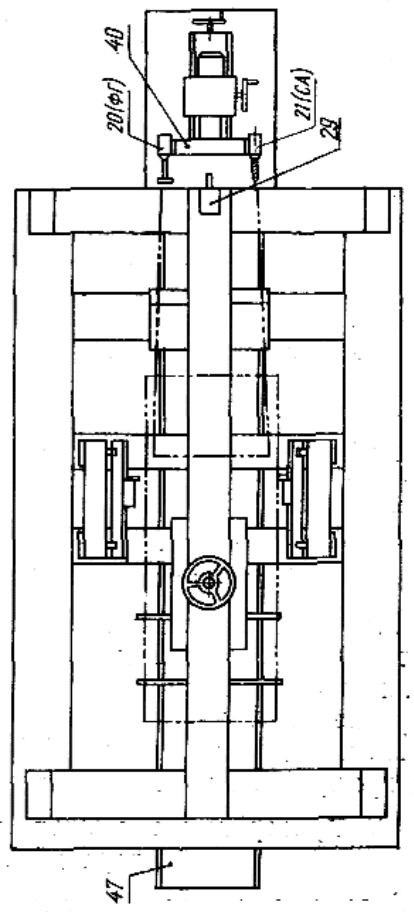
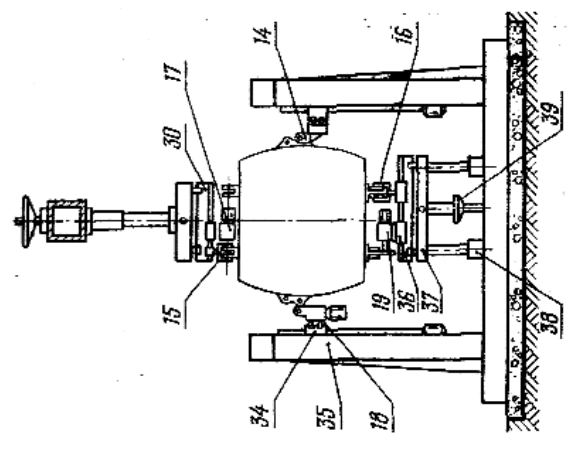
Цикловой график

Последовательность, содержание операции	Цикловое время t <sub>ц</sub> , мин
1 Установка центрального отска	005,16
2 Фрезерование паза	17,18,19 (Ф)
3 Фрезерование паза в стей 1, 2 (OCB)	1, 2 (OCB)
4 Разделка отверстий в стей 1, 2 (OCB)	17,18,19 (Ф)
5 Фрезерование паза в стей 3, 4, 5, 6	17,18,19 (Ф)
6 Фрезерование паза в стей 7 (OCB)	19 (Ф)
7 Разделка отверстий в стей 7 (OCB)	19 (Ф)
8 Фрезерование паза в стей 8 (OCB)	19 (Ф)
9 Фрезерование паза в стей 9 (OCB)	19 (Ф)
10 Фрезерование паза в стей 10 (OCB)	19 (Ф)
11 Фрезерование паза в стей 11 (OCB)	19 (Ф)
12 Фрезерование паза в стей 12 (OCB)	19 (Ф)
13 Фрезерование паза в стей 13 (OCB)	19 (Ф)
14 Фрезерование паза в стей 14 (OCB)	19 (Ф)
15 Фрезерование паза в стей 15 (OCB)	19 (Ф)
16 Фрезерование паза в стей 16 (OCB)	19 (Ф)
17 Фрезерование паза в стей 17 (OCB)	19 (Ф)
18 Фрезерование паза в стей 18 (OCB)	19 (Ф)
19 Фрезерование паза в стей 19 (OCB)	19 (Ф)
20 Фрезерование паза в стей 20 (OCB)	19 (Ф)
21 Фрезерование паза в стей 21 (OCB)	19 (Ф)

Разделочный стейд и его оснащение



Б-Б



В компоновке рассмотрена обработка стыковых поверхностей и отверстий ОСБ крыла, киля и гондолы двигателя в агрегатах фюзеляжей самолетов и вертолетов.

Фюзеляж базируется на разделочном стенде по плоскости разъемов и отверстий ОСБ.

### 1. Требования к точности расположения стыков и метод базирования

Хвостовая часть фюзеляжа *1* имеет фланцевые стыки *2, 3, 4* с носовой частью, крылом и гондолой двигателя соответственно. Стык фюзеляжа с килем *5* вильчатый.

Плоскость стыка фюзеляжа с крылом *1* расположена симметрично относительно оси симметрии самолета (ОСС) и параллельно ей.

Точность расположения стыка *1* обеспечивается размерами  $M, m, H_1, L_1, L_2$  с установленными на них допусками. Плоскость стыка *3* должна быть перпендикулярна плоскости стыка *2*  $90^\circ \pm \Delta\alpha$ . Шероховатость стыка *1*  $2,5/\sqrt{\quad}$ . Требуемая точность

расположения отверстий П (ОСБ) по плоскости стыка обеспечивается минимальной перемычкой  $d_1$ . Отверстия П (ОСБ) выполняются диаметром  $d_1$  по 3 классу точности  $A_3$  с шероховатостью  $1,25/\sqrt{\quad}$ .

Плоскость стыка фюзеляжа с гондолой двигателя *III* расположена симметрично относительно ОСС и параллельно ей. Точность расположения стыка *III* и отверстий IV (ОСБ) обеспечивается размерами  $L_2, I, N, n, H_2$  с установленными на них допусками. Шероховатость стыка *III*  $2,5/\sqrt{\quad}$ .

Отверстия IV (ОСБ) выполняются диаметром  $d_2$  по 3 классу точности  $A_3$  с шероховатостью  $1,25/\sqrt{\quad}$ .

Паз V (ПЗ) расположен симметрично ОСС и параллельно ей. Точность расположения паза V (ПЗ) и отверстий VI (ОСБ) обеспечивается размерами  $L_3, l_3, H_3, T$  с установленными на них допусками. Отверстия выполняются диаметром  $d_3$  по 3 классу точности  $A_3$  с шероховатостью  $1,25/\sqrt{\quad}$ .

Оси стыковых отверстий перпендикулярны к плоскостям стыка и паза  $90^\circ \pm \Delta\phi$ .

В качестве базы для установки фюзеляжа в стенде принята: ОСБ по стыку *2* и плита *6* (ПС-П), ложемент *7* и УБО при установке фюзеляжа в стенд.

### 2. Условия поставки фюзеляжа в стенд

Фюзеляж подается на стенд собранным с обработанным стыком *2* и разделанными в них отверстиями ОСБ. В нижней обшивке просверлено отверстие УБО.

По плоскости стыков *I, III* и пазу V (ПЗ) имеет-ся припуск 2 мм на окончательную обработку.

### 3. Фрезерование стыков и пазов, разделка отверстий ОСБ

Разделку стыков, пазов и отверстий ОСБ выполняют в следующей последовательности (см. цикловой график).

А. Установка фюзеляжа в стенд.

Б. Фрезерование плоскости стыка *I*.

В. Фрезерование плоскости стыка *III*.

Г. Фрезерование пазов V (ПЗ).

Д. Разделка отверстий II (ОСБ).

Е. Разделка отверстий IV (ОСБ).

Ж. Разделка отверстий VI (ОСБ).

З. Снятие фюзеляжа со стенда.

В цикловом графике указаны переходы с 1 по 23 для каждой операции.

### 4. Разделочный стенд и его оснащение

Стенд состоит из фиксирующей плиты *6*, которая установлена на тележке *20*. Тележка перемещается по направлению каркаса *32* и фиксируется в рабочем положении штырями *16*, вставленными в отверстия КО тележки и базовой линейки *33*.

Отсек фюзеляжа при установке в стенд опирают на ложемент *7*. Концевую часть фюзеляжа фиксируют в ложементе штыревым фиксатором *8* и поджимают к ложементу прижимной лентой *9*. Ложементы поднимают и опускают вручную от штурвала *34*. Ложементы смонтированы на опорах *26*, установленных на заданном расстоянии вдоль стенда на каркасе *32*.

Для фрезерования стыка *I* и разделки отверстий II (ОСБ) стенд снабжен двумя фрезерными головками *13*, используемыми также для разделки отверстий. Головка *13* установлена на каретке *21* и перемещается по направляющим каретки в направлении стрелок *T*. Каретка *21* закреплена на траверсе *22* и перемещается вместе с головкой вдоль траверсы в направлении стрелок *У*.

Траверса установлена на подвижном столе *23*, который перемещается от привода *24* по направляющим *25*, закрепленным на каркасе стенда.

Плиту *10* (ПРС) с кондукторными втулками, установленную на кронштейнах *17*, крепят на базовых линейках *33* каркаса стенда штырями.

Фрезерование стыка *III* узла *4* производят с помощью двух фрезерных головок *14*, установленных на направляющих колоннах *29*. Фрезерные головки также служат для разделки отверстий IV (ОСБ). Для этого на направляющих *27* колонн установлены плиты *12* с кондукторными втулками. Плита перемещается по направляющим *27* от привода *28*.

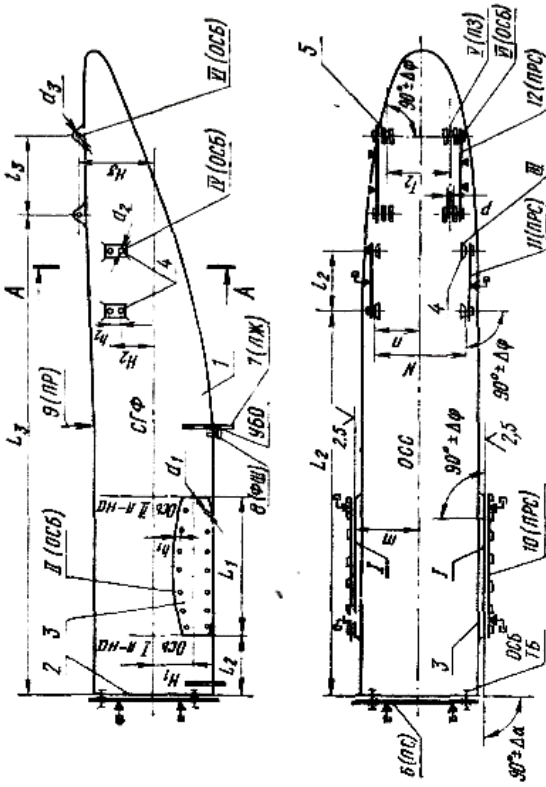
Фрезерование паза V (ПЗ) и разделку отверстий VI (ОСБ) в узлах стыка фюзеляжа с килем выполняют фрезерными *15* и сверлильными *19* головками. Головки *15* закреплены на поперечных балках *35* колонн *38* и перемещаются по направляющим *30* в направлении стрелок  $\Phi$  от привода *36*.

Фрезерные головки также могут перемещаться в вертикальном направлении в направлении стрелок *X* от привода *31*. Сверлильные головки *19* закреплены попарно с двух сторон непосредственно на колоннах *38*. Кондукторные плиты *12* жестко закреплены на колоннах при помощи кронштейнов *37*.

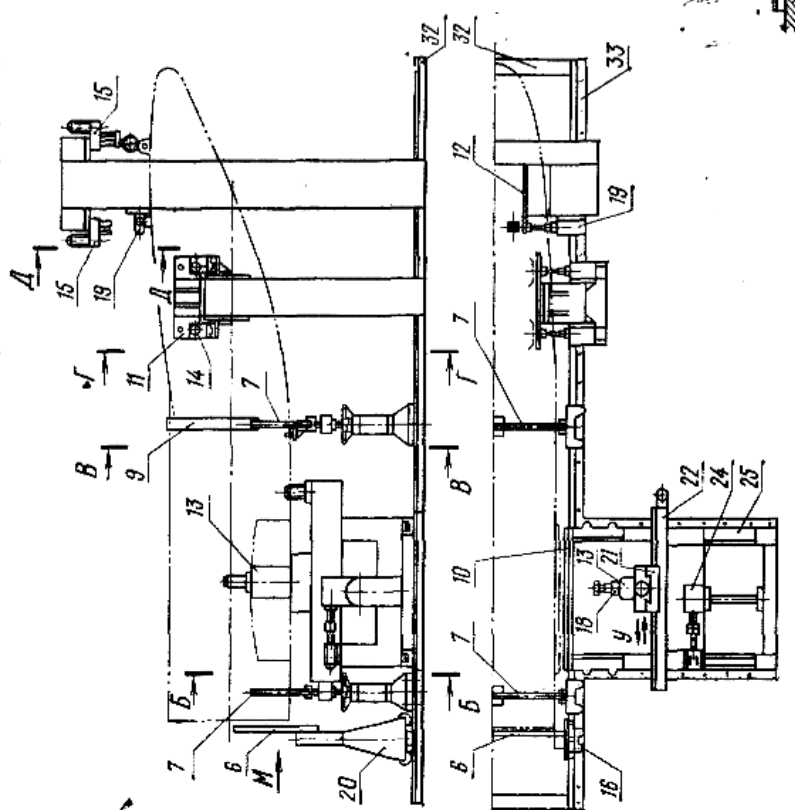
Разделка отверстий VI (ОСБ) на всех четырех узлах может быть выполнена одновременно.

Каркас стенда *32* и колонны *29, 38* закреплены в полу цеха.

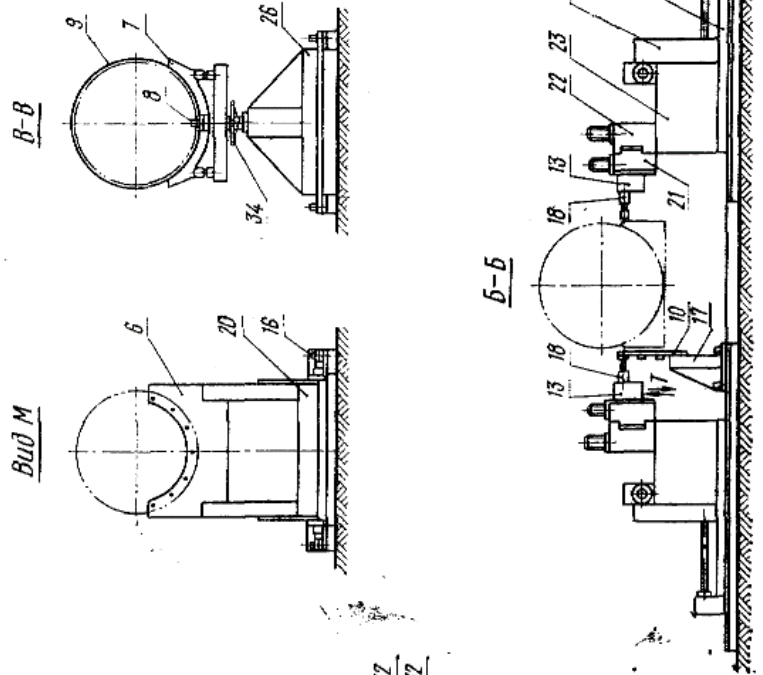
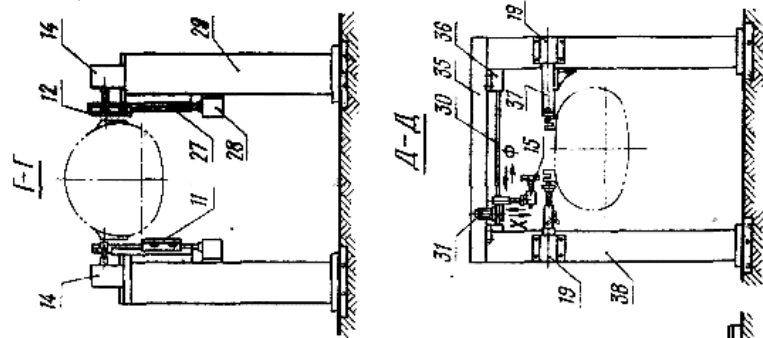
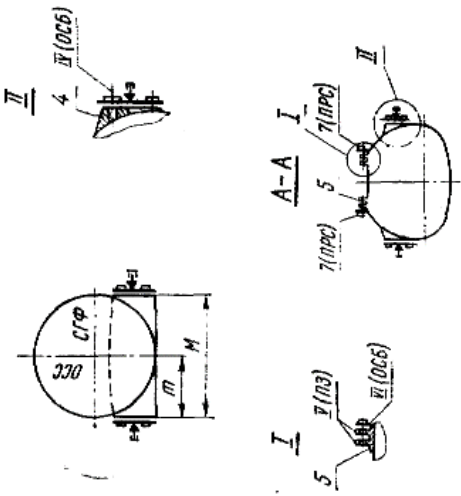
Схема базирования



Разделочный стенд и его оснащение



Последовательность и содержание операции и № переходов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
А Установка фрезельки в стенд	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Б Фрезерование плоскости стыка I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
В Фрезерование плоскости стыка II	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Г Фрезерование пазов I (ПЗ)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Д Разделка отверстий II (ОСБ)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Е Разделка отверстий III (ОСБ)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Ж Разделка отверстий IV (ОСБ)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
З Снятие фрезельки со станда	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23



В компоновке рассмотрено фрезерование стыковых кромок ниш шасси, щитков, элеронов, люков в агрегатах крыльев, стабилизаторов, килей самолетов и вертолетов клепаной и сварной конструкции и агрегатов из композиционных материалов.

Обработку производят на копировально-фрезерной установке по накладным шаблонам.

### 1. Схема базирования, требования к точности обработки

Отъемная часть крыла имеет вильчатый стык с разделанными отверстиями под стыковые болты ОСБ. В ОЧК по верхней обшивке имеются УБО.

Требуется обработать кромки ниш шасси I, щитка II и элерона III. Требуемая точность обработки кромок  $\pm 0,3$  мм от шаблона фрезерования ШФ.

В качестве базы для установки ОЧК в стенде приняты:

ОСБ при установке и фиксации ОЧК по плите 2 (ПС-Н);

УБО при установке и фиксации ОЧК по ложементу 3 (ЛЖ).

### 2. Условия поставки ОЧК в стенд

ОЧК подают собранным с разделанными отверстиями ОСБ, просверленным в обшивке и нервюре отверстием УБО, отверстиями КО для закрепления шаблонов фрезерования.

Под отверстия УБО и КО с внутренней стороны крыла установлены герметичные анкерные гайки. По кромкам ниш I, II, III имеется припуск  $\delta$ .

### 3. Цикловой график обработки ниш

Обработку ниш шасси, щитка и элерона производят в стенде в следующем порядке (см. цикловой график обработки).

#### А. Установка ОЧК в стенд:

1) устанавливают ОЧК в стенд по ОСБ и УБО, фиксируют его технологическими болтами ТБ и штыревыми фиксаторами ФШ, вставленными в ОСБ и УБО и закрепляют рубильником 4 (РБ).

#### Б. Установка шаблонов ШФ:

2) на ОЧК устанавливают технологическую прокладку 9 и шаблоны 7, 8 (ШФ), фиксируя их по КО в крыле и в шаблонах технологическими винтами ТВ.

В. Фрезерование ниш шасси I, щитка II и элерона III:

3) подводят фрезерную головку 15 (ФГ) и устанавливают фрезу в исходное положение для фрезерования ниши шасси I;

4) включают станок в автоматический цикл работы и фрезеруют нишу шасси I путем обкатывания направляющего ролика по шаблону 7 (ШФ). После фрезерования ниши шасси фрезерную головку оператор переводит в исходную позицию для фрезерования ниши щитка II, а после фрезерования ниши щитка — в исходное положение для фрезерования ниши элерона;

5) контролируют положение обработанных кромок ниш относительно шаблона ШФ;

6) снимают шаблоны ШФ, прокладки и открывают РБ. Снимают ОЧК со стенда.

### 4. Разделочный стенд и его оснащение

Разделочный стенд представляет собой эстакаду, состоящую из продольных 21 и поперечных 10 балок. Балки установлены на колоннах 11. По направляющим 12 продольных балок перемещается траверса 13, на которой установлена каретка 14 фрезерной головки 15. Фрезерная головка имеет самостоятельный привод вращения шпинделя.

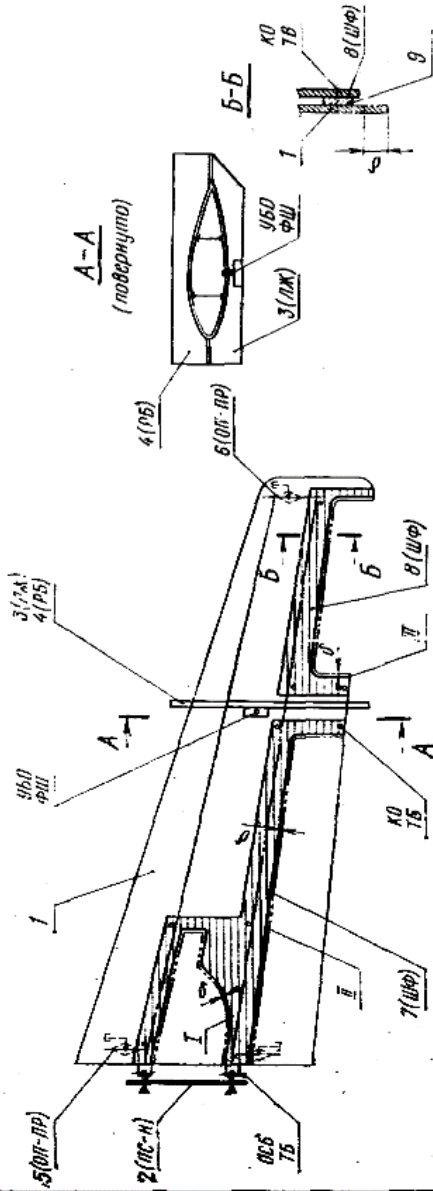
Траверса перемещается вдоль стенда от привода 16, а каретка вместе с фрезерной головкой перемещается по траверсе от привода 17.

Управление механизмами перемещения может производиться вручную с пульта управления 18 и автоматически по заданной программе.

Стенд имеет плиту стыка 2, ложементы 3, рубильник 4 и подводимые опоры 5, 6, установленные на колоннах 19. Колонны 11 и 19 крепят болтами 20 к полу цеха.



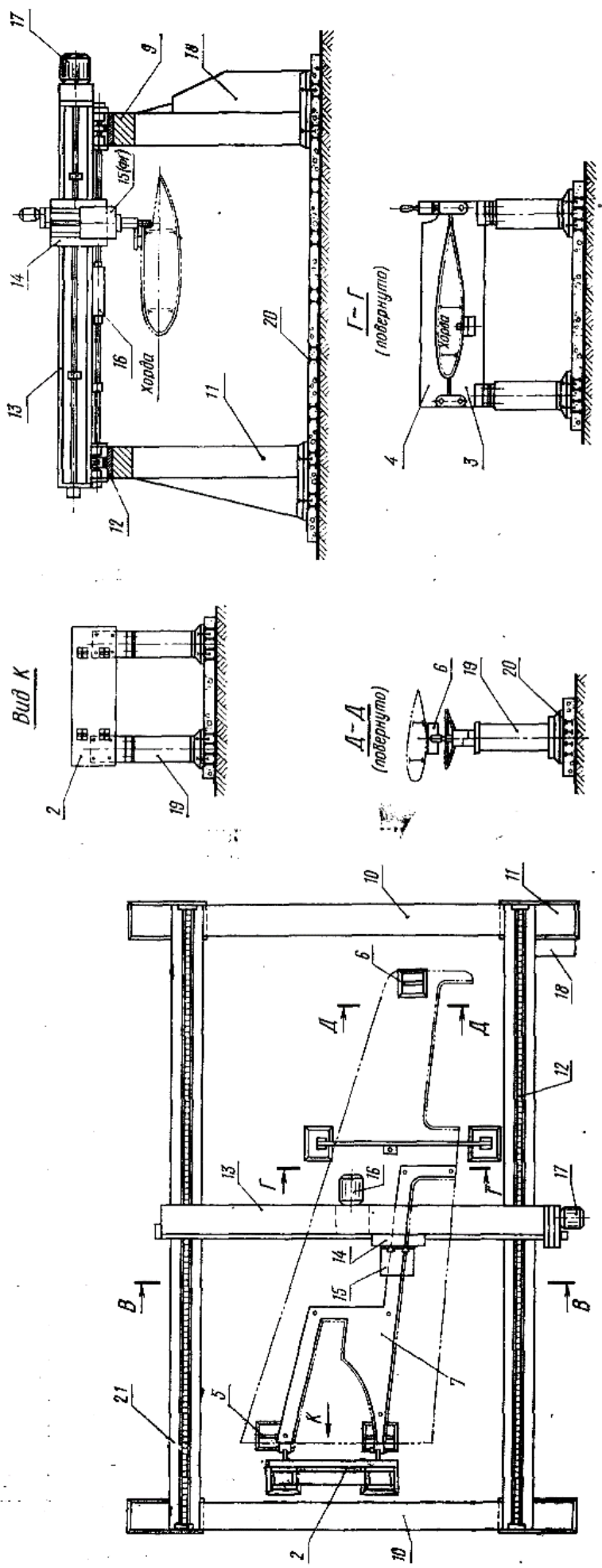
Схема базирования



Цикловой график обработки

Последовательность и содержание операций	№ поре лобов	Цикловое время t <sub>ц</sub> , мин
А Установка ОЧК 1 в стэнд	1	0,5 0,50 7,5 ФШ ЛЖ, Р5 ШФ
Б Установка шаблонов ШФ	2	10 18
В Фрезерование ниш I, В, III	3	ФГ
Г Снятие ОЧК со стэнда	6	ШФ
	7	t <sub>ц</sub>

Разделочный стэнд и его оснащение



# ПРИМЕРЫ КОМПОНОВОК СТЫКОВОЧНЫХ СТЕНДОВ

СС-71

## КОМПОНОВКА СТЕНДА ДЛЯ СТЫКОВКИ ОТСЕКОВ ФЮЗЕЛЯЖА

В компоновке рассмотрен технологический процесс стыковки отсеков фюзеляжей самолетов и вертолетов, имеющих фланцевые, телескопические, вильчатые, конструктивные и эксплуатационные разъемы и стыки или имеющих технологические неразъемные стыки.

### 1. Конструктивно-технологические особенности фюзеляжа и схема базирования

Фюзеляж самолета состоит из трех отсеков: центрального 1, носового 2 и хвостового 3. Носовой отсек соединяют с центральным болтами по фланцевому стыку. Посадка болтов свободная.

Хвостовой отсек 3 стыкуется с центральным по технологическому неразъемному стыку. Стык выполняют двухрядным заклепочным швом с помощью заклепок ЗУ.

По оси симметрии самолета и строительной горизонтали фюзеляжа отсеки 1, 2, 3 должны располагаться на оси симметрии самолета с допуском на отклонение отсеков от оси на угол  $\pm\Delta\phi$ . Величина допуска контролируется по замерам положения нивелировочных точек на стыкуемых отсеках.

Допуск на ступеньку  $m$  между отсеками 1 и 2 составляет  $\pm 0,8$  мм (см. рис. 1.4). Положение торцевой кромки хвостового отсека 3 контролируется относительно стыкового узла на стабилизаторе по размеру  $R \pm \Delta R$ .

За базовый отсек принят центральный отсек 1, установленный по ОСБ в стенде. Отсек 2 базируют по УБО в отсеке и ложементы 6 (ЛЖ).

Хвостовой отсек 3 базируют по ОСБ в четырех узлах навески стабилизатора.

### 2. Условия поставки отсеков фюзеляжа на стыковку

Центральный отсек 1 поступает на стыковку с обработанным фланцевым стыком и разделанными отверстиями ОСБ. На отсеке установлены узлы 4 крепления центроплана с фюзеляжем, в узлах просверлены отверстия ОСБ. На поверхности центрального отсека в сборочном приспособлении по строительной горизонтали фюзеляжа нанесены нивелировочные точки 4п, 4л, а на оси симметрии самолета 2 и 3.

По технологическому стыку к центральному отсеку приклепан стыковой шпангоут. Кромка обшивки, расположенная на стыковом шпангоуте, обработана.

Носовой отсек 2 поступает на сборку с обработанным фланцевым стыком и разделанными в нем отверстиями ОСБ. В нижней обшивке отсека 2 просверлены два отверстия УБО. На поверхности обшивки по строительной горизонтали фюзеляжа нанесены нивелировочные точки 1п, 1л.

Хвостовой отсек 3 поступает на стыковку с установленными на нем узлами навески стабилизатора и кия. В узлах имеются отверстия ОСБ. По технологическому стыку обшивка по торцу обрезана

под размер  $R \pm \Delta R$  от узла стыка стабилизатора. В обшивке отсека 3 по технологическому стыку просверлены отверстия НО.

По оси симметрии самолета на поверхности обшивки отсека 3 снизу нанесены нивелировочные точки 5 и 6, а по строительной горизонтали фюзеляжа нанесены нивелировочные точки 7п, 7л.

### 3. Цикловой график стыковки отсеков фюзеляжа

А. Установка центрального отсека в стенд.

Б. Установка носового отсека на тележку 9.

В. Стыковка отсеков 1 и 2.

Г. Установка хвостового отсека в стенд.

Д. Стыковка отсеков 1 и 3.

Е. Снятие фюзеляжа со стенда.

В цикловом графике указаны переходы с 1 по 10 по всем операциям.

### 4. Стыковочный стенд и его оснащение

Стыковочный стенд состоит из трех тележек 9, 10, 11. Тележка 9 снабжена ложементом 6, закрепленными на раме 12.

Рама 12 вместе с отсеком 2 может перемещаться в поперечном, вертикальном и продольном направлениях по направлению стрелок М, К, N. Перемещения могут осуществляться механическим путем от приводов 14, 15, 16 и вручную от штурвалов 17, 18, 19. Тележка в рабочем положении фиксируется штыревыми фиксаторами 26, 31 и кронштейном 30.

На тележке 9 с двух сторон отсека 1 смонтированы измерительные устройства 21 с пиволью 22 (см. сеч. В — В).

Тележка 10 служит для закрепления центрального отсека 1 и закреплена на рельсах при помощи кронштейнов 30.

Тележка 10 состоит из рамы 32, на которой закреплена базовая плита 5 и смонтированы измерительные устройства для замера положения нивелировочных точек 2, 3, 4.

Тележка 11 служит для закрепления хвостового отсека 3. На раме 13 тележки смонтированы узлы 8 фиксации хвостового отсека со стабилизатором. Тележка 11 вместе с отсеком 3 так же, как и тележка 9, может перемещаться в направлениях стрелок М, К и N. Фиксируют тележку в рабочем положении штыревыми фиксаторами.

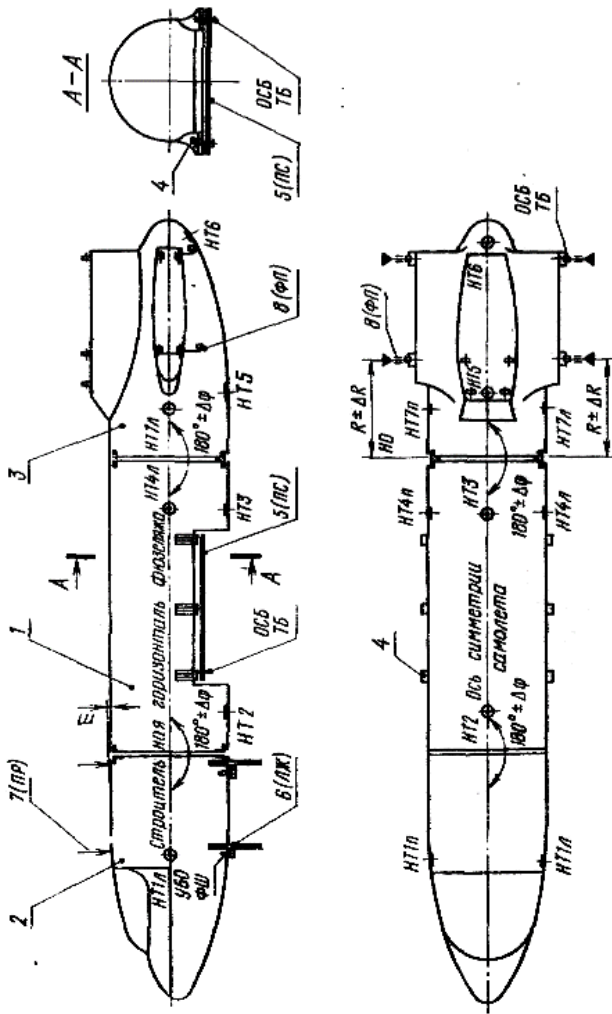
Тележки 9, 10, 11 перемещаются по рельсовому пути 29. Управление всеми движениями тележек производится с центрального пульта 27. Боковые измерительные устройства, смонтированные на рамах тележек, могут отводиться в исходное положение по стрелке И и фиксироваться штырями 23 в кронштейнах 20.

Измерительные устройства, расположенные снизу агрегата, могут подниматься и опускаться от штурвала 24 и фиксируются в рабочем положении штырями 25. Для совместного одновременного перемещения всех тележек их соединяют перемычками 28.

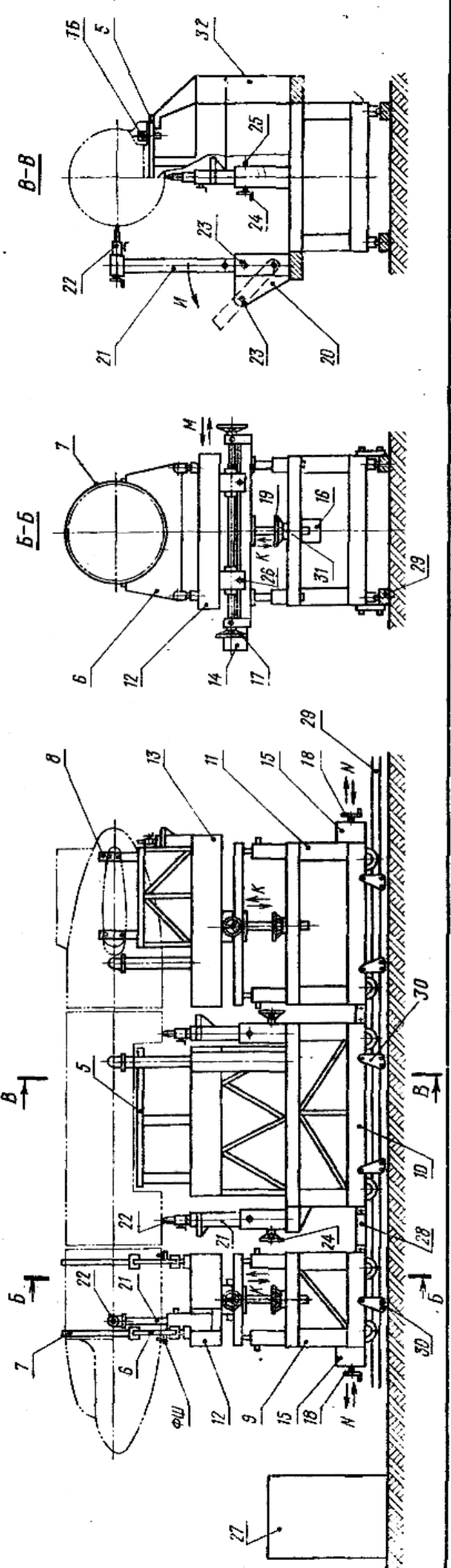
Цикловой график

Последовательность и содержание операций и № операций	Цикловое время $t_{ц}$ , мин
А Установка центрального отсека 1 в стенд	1 ОСБ ТБ
Б Установка носового отсека 2 в стенд	2 УБД, АЖ ФШ, ПР
В Стыковка отсеков 1 и 2	3 Подвешивание тележки 10 Соединение 1,2 болты: 20% конические болты 20% стальные болты
Г Установка хвостового отсека в стенд	4 3 ОСБ ФШ ТБ Подвести тележку 11 Соединение по НО отб. в 1,3 ОА Соединение по отб. в 1,3 ОА
Е Снятие фюзеляжа со стенда	5 Снятие фюзеляж
$t_{ц}$	

Схема базирования



Стыковочный стенд и его оснащение



В компоновке рассмотрена стыковка фюзеляжа, крыла, оперения и гондолы двигателя самолета, имеющего фланцевые, вильчатые и телескопические стыки и разъемы.

### 1. Конструктивно-технологические особенности стыкуемых агрегатов и метод базирования

Самолет состоит из следующих агрегатов: фюзеляжа 1, носового обтекателя 2, гондолы двигателей 3, крыла 4, хвостового оперения 5 и стыковой накладки 6 по стыку центроплана с крылом.

Фюзеляж 1 стыкуется с носовым обтекателем 2 по телескопическому стыку и соединяется винтами на анкерных гайках.

Гондола 3 соединена с фюзеляжем по фланцевому стыку болтами с плотной посадкой.

ОЧК 4 соединено с центропланом по фланцевому стыку со свободной установкой болтов.

Хвостовое оперение соединено с фюзеляжем по вильчатому стыку при помощи болтов.

Взаимное положение стыкуемых агрегатов относительно базовых осей самолета — строительные горизонталы фюзеляжа СГФ и оси симметрии самолета ОСС определяются линейными и угловыми размерами по отклонениям нивелировочных точек.

За базовый агрегат принят фюзеляж 1. Он базируется по ОСБ узлов навески передней и главных ног шасси.

Носовой обтекатель 2 базируют по наружной поверхности обшивки НП в ложементе 12 (ЛЖ).

Гондолу 3 базируют по УБО и устанавливают на штыревые фиксаторы ФШ в ложементах 14 (ЛЖ).

ОЧК 4 базируют по УБО и устанавливают на штыревые фиксаторы ФШ в ложементах 16, 17 (ЛЖ).

Хвостовое оперение базируют по наружным обводам обшивки НП и обводам рубильников 19, 20 (РБ).

### 2. Условия поставки агрегатов на стыковку

Фюзеляж 1 поступает собранным с центропланом. На поверхности агрегата нанесены нивелировочные точки 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. В нижней обшивке по оси симметрии самолета просверлены отверстия УБО для установки агрегата в ложементах стыковочного стенда.

Носовой обтекатель 2 поступает на стыковку с обработанными отверстиями по телескопическому стыку.

Гондола 3 поступает на стыковку в собранном виде. В обшивке гондолы просверлены отверстия УБО и нанесены нивелировочные точки 22, 23.

ОЧК 4 поступает на стыковку в собранном виде. Стыки и отверстия ОСБ обработаны. В нижней обшивке просверлены два отверстия УБО.

Хвостовое оперение 5 поступает на стыковку в собранном виде (киль соединен со стабилизатором).

На поверхностях крыла и хвостового оперения нанесены нивелировочные точки.

### 3. Схема стыковки агрегатов самолета

Стыковку агрегатов самолета выполняют в следующей последовательности (см. цикловой график).

- А. Установка фюзеляжа в стенд.
- Б. Установка носового обтекателя.
- В. Стыковка фюзеляжа с носовым обтекателем.
- Г. Установка гондолы в стенд.
- Д. Стыковка гондолы с фюзеляжем.
- Е. Установка ОЧК 4 в стенд.
- Ж. Стыковка ОЧК с центропланом.
- З. Установка хвостового оперения в стенд.
- И. Стыковка хвостового оперения с фюзеляжем.
- К. Отвести стыковочные тележки от самолета.

### 4. Стыковочный стенд и его оснащение

Стенд представляет собой металлическую платформу 27, покрытую деревянным настилом. На платформе установлены и закреплены колонны 28, 29, 30, тумбы 31 и подставки 32 и 33. На колоннах смонтированы ложементы 7, 8, 9, 12 и фиксаторы 10, 11.

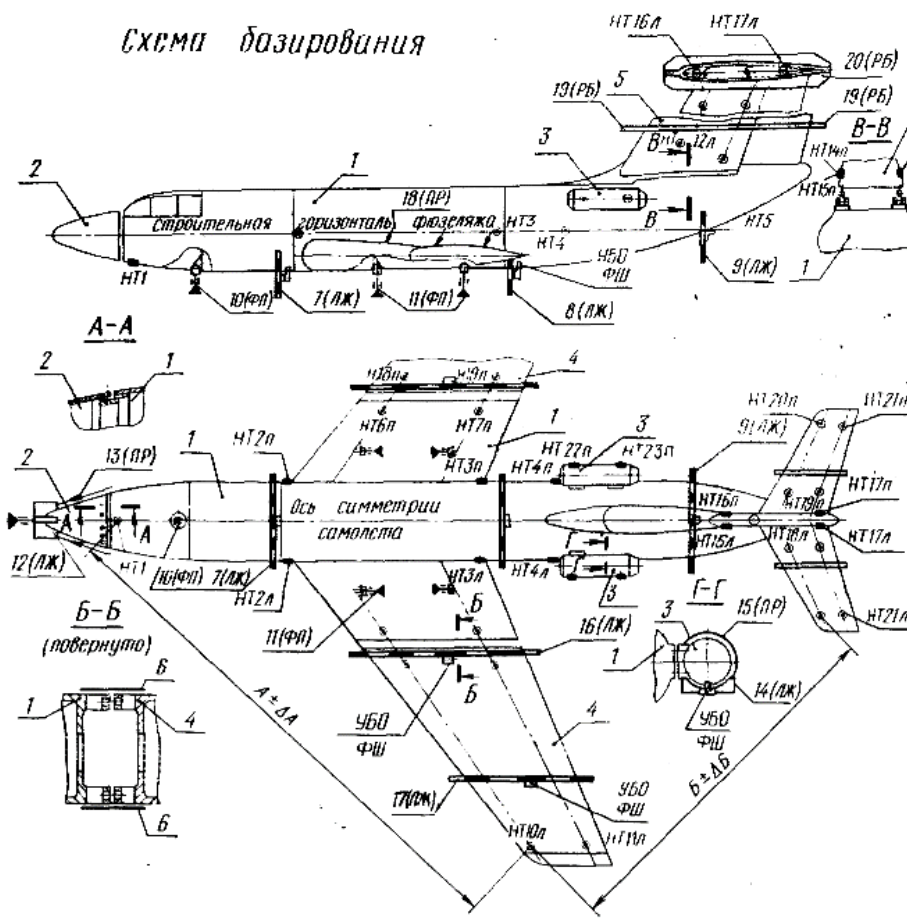
На тумбах и подставках смонтированы рамы тележек 21, 22 и 23. На ложементах 14, 16, 17 и рубильниках 19, 20 тележек крепят стыкуемые агрегаты (гондолу 3, ОЧК 4 и хвостовое оперение 5).

Тележки вместе с перечисленными агрегатами могут перемещаться вручную при помощи штурвалов.

Рамы тележек установлены на подвижных платформах (опорах) 24, 25, 26 на воздушной подушке. Воздушная подушка образуется между пластинами опор и мембраной 34 путем подачи сжатого воздуха в полость М (см. узел 1). Благодаря незначительному давлению резиновой мембраны на опорную плиту 35 перемещение тележек вместе с агрегатами в любом направлении требует небольшого усилия, примерно 15—20 кгс.

Применение принципа воздушной подушки значительно упрощает и облегчает процесс стыковки агрегатов.

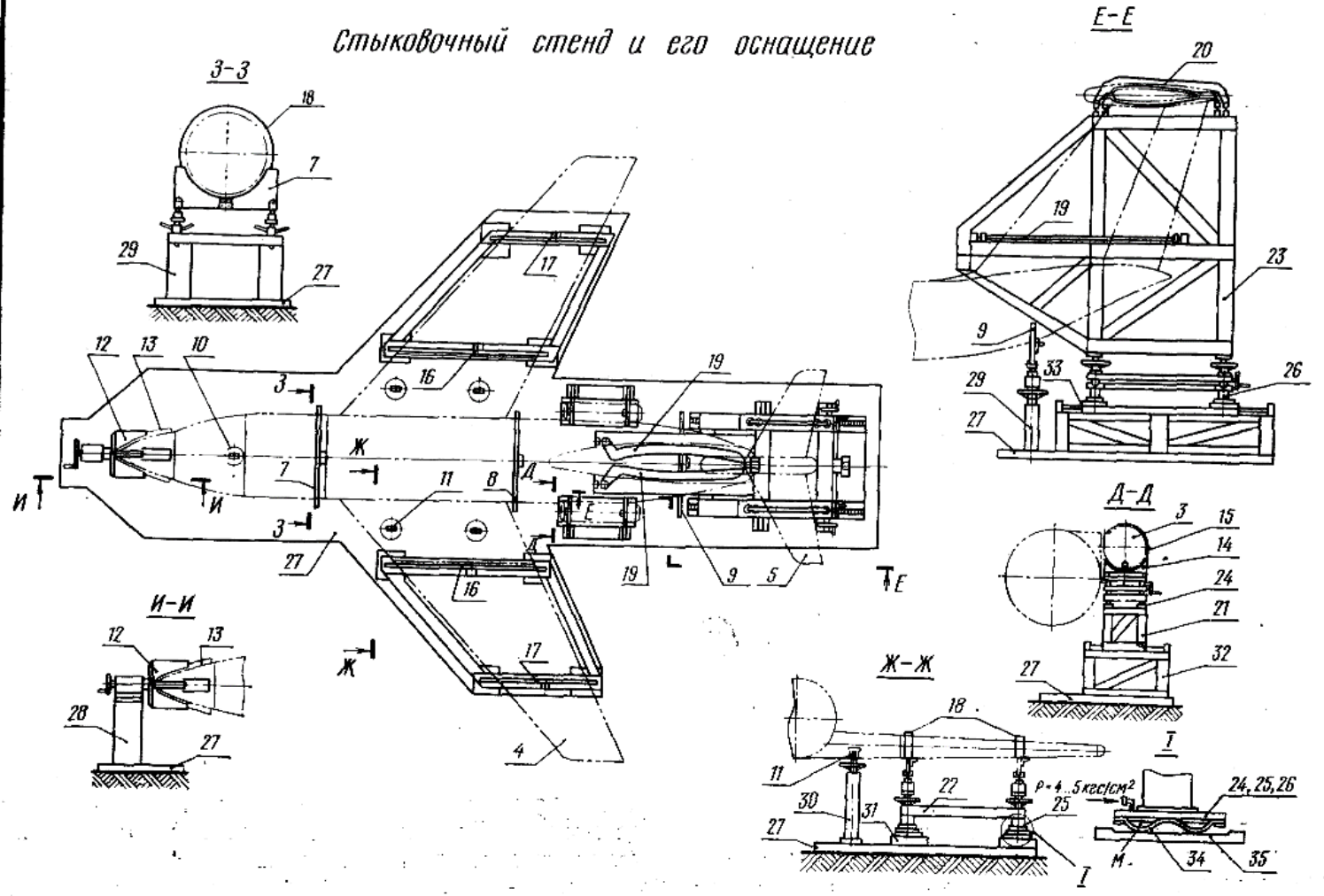
Схема базирования



Цикловой график

Последовательность и содержание операций и № переходов	Цикловое время т, мин
А Установка фюзеляжа 1 в стенд	1 0:56,16 460 ЛЖ, ФШ
Б Установка носового отсека 2 в стенд	2 ЛЖ, ПР
В Стыковка фюзеляжа с носовым отсеком	3 Сверление осей
Г Установка гондолы 3 в стенд	4 460 ЛЖ, ПР
Д Стыковка гондолы с фюзеляжем	5 Соедин 1,3
Е Установка ОЧК в стенд	6 460 ЛЖ, ПР
Ж Стыковка ОЧК с центропланом	7 Соедин 1,4
З Установка хвостового оперения 5 в стенд	8 460 ЛЖ, ПР
И Стыковка хвостового оперения с фюзеляжем	9 Соедин 1,5
К Снятие самолета со стенда	10 т

Стыковочный стенд и его оснащение



В компоновке рассмотрен стенд для стыковки звеньев закрылка, замера зазоров между звеньями в посадочном и убранном положениях и контроля обводов закрылка.

### 1. Конструктивно-технологические особенности закрылка и метод базирования

Трехцелевой закрылок состоит из трех звеньев: основное звено 1, дефлектор 2 и хвостовое звено 3. Основное звено — сборной конструкции. Дефлектор 2 — сотовой конструкции, на нем закреплены рельсы 10 с помощью кронштейнов 11 и регулировочных тяг 12. На хвостовом звене 3 установлены каретки 13. Хвостовое звено приводится в движение от подъемника 9.

Допустимые зазоры между верхними и нижними роликами и рельсами дефлектора составляют  $\Delta_1$ , между кареткой 4 и рельсами 10 —  $\Delta_2$ . Зазоры между верхними и нижними роликами каретки хвостового звена и рельсами 5 составляют соответственно  $\Delta_3$  и  $\Delta_4$ . Отклонение обводов  $\pm\delta$ . Замеры зазоров  $\Delta_1$ ,  $\Delta_2$ ,  $\Delta_3$ ,  $\Delta_4$  и  $\Delta_5$  и отклонения обводов  $\delta$  производят при посадочном положении звеньев закрылка. Допустимые зазоры между звеньями закрылка при убранном положении —  $a$ ,  $b$ ,  $c$ . Зазоры между плитами стенда и торцами звеньев закрылка —  $D_1$  и  $E_1$ .

В качестве баз для установки звеньев закрылка в стенд приняты:

поверхность макетных рельс 14 (МР) и отверстия ОСБ в шкворне 6 при установке основного звена 1. В поперечном направлении каретки 4 основного вала доводят до упора 15 (ОП) винтовыми прижимами 16 (ПР). Фиксируют положение основного звена штырями; шкворнем 6 и фиксатором 17 (ФП);

поверхность самолетных рельс 5 и 10 при установке дефлектора и хвостового звена в стенд. По торцам положение звеньев закрылка контролируется базовыми плитами 18, 19 (БП).

### 2. Условия поставки звеньев закрылка на стыковку в стенд

Основное звено 1 подается в стенд полностью собранным с установленными каретками 4, рельсами 5, трансмиссией 7 со шкворнем 6 и винтовыми подъемниками 8, 9.

Дефлектор 2 подается на стыковку с установленными рельсами, хвостовое звено поступает на стыковку собранным с установленными каретками. По торцам звеньев закрылка в обшивки имеется припуск  $t$ .

### 3. Цикловой график стыковки и отработки звеньев закрылка

Стыковку и отработку звеньев закрылка производят в следующей последовательности.

А. Установка основного звена в стенд:

1) устанавливают звено 1 с каретками 4 на макетные рельсы 14 (МР). Каретки доводят до упора 15 (ОП) и прижимают к нему прижимами 16 (ПР).

Фиксируют положение основного звена болтами ТБ, вставленными в ОСБ в фиксаторах 17 (ФП) и шкворнях 6;

2) контролируют вписываемость обводов основного звена в обводы базовых плит стыка 18, 19 (БП).

Б. Установка дефлектора в стенд:

3) устанавливают дефлектор 2 вместе с рельсами 10 в каретку 4 основного звена;

4) соединяют винтовой подъемник 8 с тягой дефлектора болтами;

5) производят регулировку тяг 12 и зазоров  $\Delta_1$  и  $\Delta_2$ , а также зазора  $b$ . Регулировку зазоров производят при посадочном и убранном положениях дефлектора;

6) контролируют вписываемость обводов дефлектора в обвод плит стыка.

В. Установка хвостового звена в стенд:

7) устанавливают хвостовое звено 3 с каретками 13 на рельсы 5 основного звена;

8) соединяют винтовой подъемник 9 с тягой хвостового звена болтами;

9) производят регулировку тяг и зазоров  $\Delta_3$  и  $\Delta_4$ . Контролируют зазоры  $a$  и  $c$ . Регулировку и контроль зазоров производят при посадочном и убранном положениях хвостового звена;

10) контролируют вписываемость обводов хвостового звена в обводы плит стыка.

Г. Контроль обводов звеньев закрылка шаблонами ШЭК в убранном и посадочном положениях:

11) устанавливают шаблоны ШЭК на поверхность звеньев закрылка в контрольных сечениях;

12) контролируют обводы звеньев закрылка в убранном и посадочном положениях. Замеры производят по процентным линиям;

13) фрезеруют пневматической ручной фрезерной машиной ПФ-21 торцы звеньев закрылка. Снимают припуск  $\delta$ , обеспечивая зазоры  $D_1$  и  $E_1$  между торцами и базовыми плитами стыка 18, 19 (БП).

Д. Снятие закрылка со стенда:

14) снимают шаблоны ШЭК, снимают технологические болты ТБ и отводят фиксаторы 17 (ФП). Освобождают прижимы 16 (ПР). Снимают закрылок со стенда с помощью тележек 20.

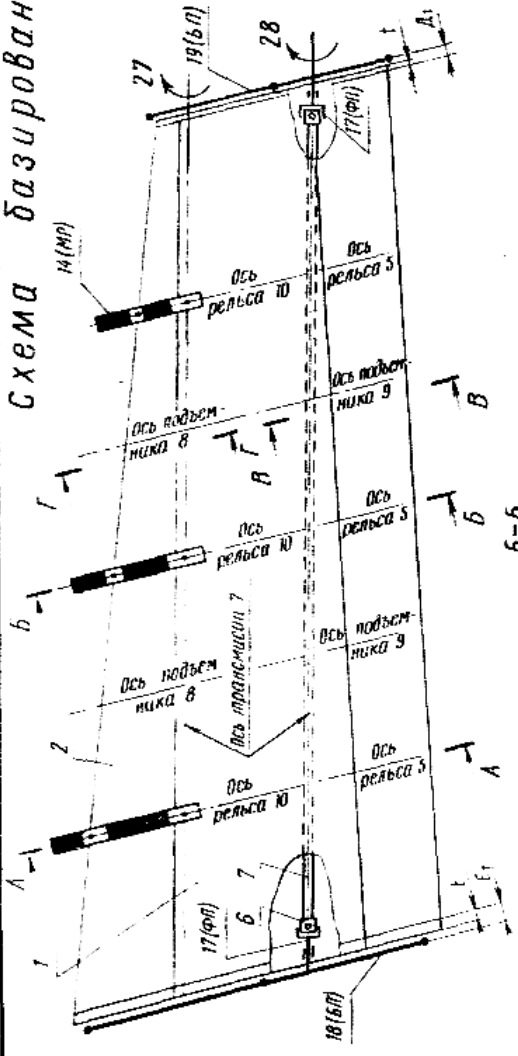
### 4. Стенд и его оснащение

Стенд представляет собой каркас, состоящий из колонн 23 и плит 24. Базовые плиты 18, 19 закреплены на кронштейнах 22, установленных на поперечных балках 21. На колоннах смонтированы макетные рельсы 14. На рельсах установлены упоры 15 и винтовые прижимы 16.

Вращение трансмиссии 7 для выдвигания и уборки дефлектора и закрылка в процессе регулировочных работ производят с помощью приводов 27 и 28 вручную или от электродвигателя через редуктор (на чертеже не показан).

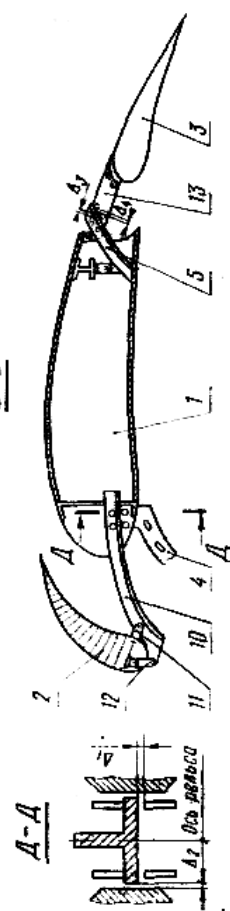
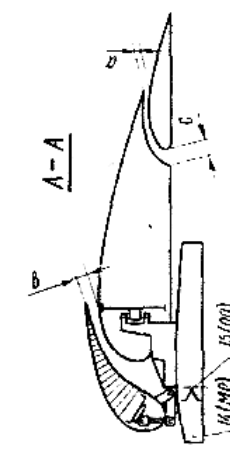
Для установки основного звена и снятия закрылка со стенда в конструкции стенда предусмотрены тележки 20. Для контроля обводов в конструкции стенда предусмотрены шаблоны ШЭК 25, 26. Шаблоны устанавливают непосредственно на поверхность звеньев закрылка (см. сеч. Ж — Ж, И — И).

Схема базирования

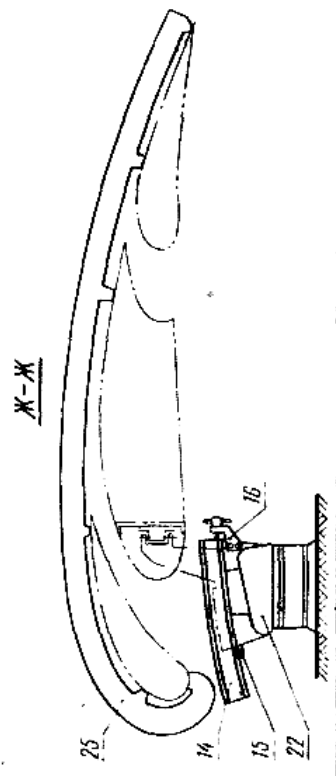
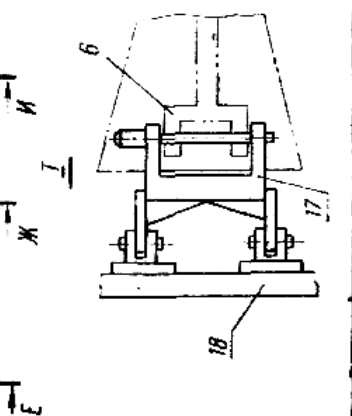
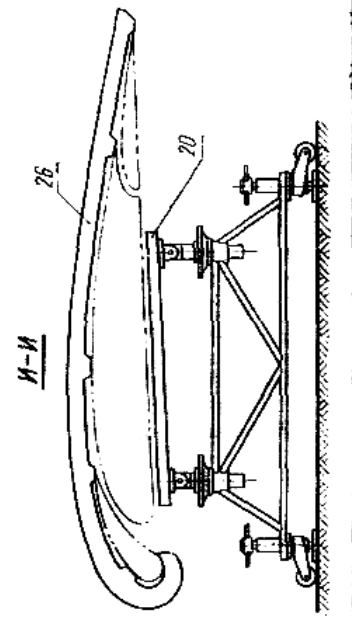
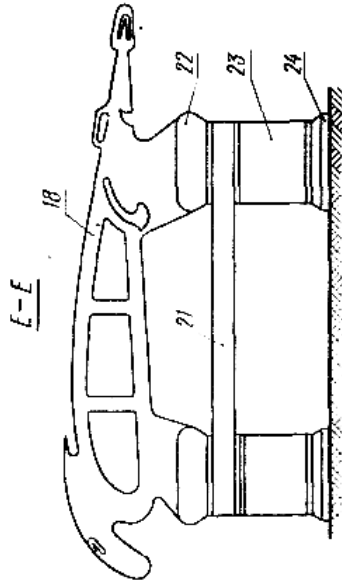
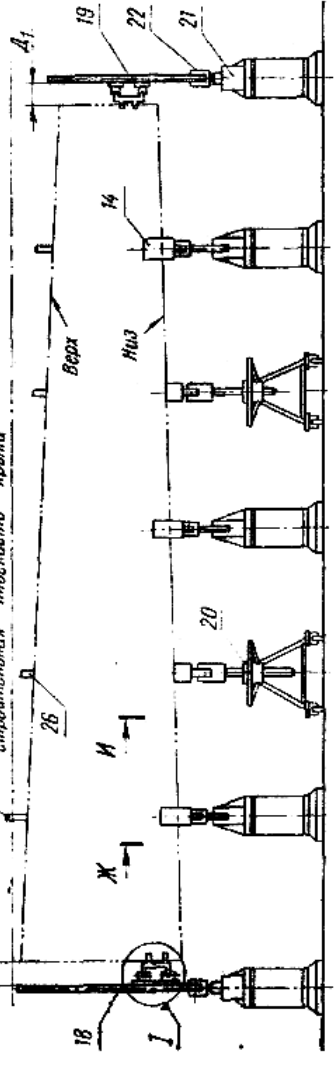


Цикловый график

Последовательность и содержание операций	Цикловое время $T_{ц}$ , ч
1 Установка системы на збене 1 закрытия в стани	0,25, 1,0, 0,1, 0,1, 0,1, 0,1
2 Установка системы на збене 2 в стани	0,25, 1,0, 0,1, 0,1, 0,1, 0,1
3 Установка системы на збене 3 в стани	0,25, 1,0, 0,1, 0,1, 0,1, 0,1
4 Установка системы на збене 4 в стани	0,25, 1,0, 0,1, 0,1, 0,1, 0,1
5 Установка системы на збене 5 в стани	0,25, 1,0, 0,1, 0,1, 0,1, 0,1
6 Установка системы на збене 6 в стани	0,25, 1,0, 0,1, 0,1, 0,1, 0,1
7 Установка системы на збене 7 в стани	0,25, 1,0, 0,1, 0,1, 0,1, 0,1
8 Установка системы на збене 8 в стани	0,25, 1,0, 0,1, 0,1, 0,1, 0,1
9 Установка системы на збене 9 в стани	0,25, 1,0, 0,1, 0,1, 0,1, 0,1
10 Установка системы на збене 10 в стани	0,25, 1,0, 0,1, 0,1, 0,1, 0,1
11 Контроль обработки системы закрытия шасси на збене 10 в стани	0,25, 1,0, 0,1, 0,1, 0,1, 0,1
12 Контроль обработки системы закрытия шасси на збене 11 в стани	0,25, 1,0, 0,1, 0,1, 0,1, 0,1
13 Контроль обработки системы закрытия шасси на збене 12 в стани	0,25, 1,0, 0,1, 0,1, 0,1, 0,1
14 Снятие системы со збены	0,25, 1,0, 0,1, 0,1, 0,1, 0,1



Стыковочный стэнд и его оснащение



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абибов А. Л., Григорьев В. П. и др. Технология самолетостроения. М., «Машиностроение», 1970, 598 с.
2. Абибов А. Л., Бойцов Б. В., Молодцов Г. А., Шейдеман И. Ю. Применение конструкционных пластмасс в производстве летательных аппаратов. М., «Машиностроение», 1971, 192 с.
3. Берсудский В. Е., Крысин В. Н., Лесных С. И. Технология изготовления сотовых авиационных конструкций. М., «Машиностроение», 1975, 296 с.
4. Григорьев В. П. Сборка клепаных агрегатов самолетов и вертолетов. М., «Машиностроение», 1975, 344 с.
5. Григорьев В. П., Павлов В. В. Разработка технологического процесса и выбор оптимального варианта базирования при сборке агрегата с применением ЭВМ. М., Изд. МАИ, 1977, 30 с.
6. Григорьев В. П. Технология самолетостроения. М., Оборонгиз, 1960, 452 с.
7. Григорьев В. П., Ярковец А. И., Ганиханов Ш. Ф. и др. Технологические процессы и оборудование для выполнения соединений в конструкциях самолетов. Ташкент, ФАН, 1971, 96 с.
8. Григорьев В. П. Взаимозаменяемость агрегатов в самолетостроении. М., «Машиностроение», 1969, 258 с.
9. Григорьев В. П. Методическое пособие по технологической части дипломного проекта. М., Изд. МАИ, 1972, 71 с.
10. Ганиханов Ш. Ф. Сборка узлов и агрегатов самолета в упрощенных приспособлениях. Ташкент, ТАШПИ. [Сборник статей], 1976, 90 с.
11. Долматовский Г. А. Справочник технолога по обработке металлов резанием. М., «Машгиз», 1962, 1235 с.
12. Капелюшин И. И., Михалев И. И., Эйдельман Б. Д. Технология склеивания деталей в самолетостроении. М., «Машиностроение», 1972, 224 с.
13. Никольский А. А. Экономическое обоснование выбора оптимального варианта технологического процесса (для заготовительно-штамповочных и клепальных работ). М., Изд. МАТИ, 1967, 75 с.
14. Никольский А. А. Вопросы расчета на точность и жесткость сборочных приспособлений в самолетостроении. М., Изд. МАТИ, 1962, 82 с.
15. Никольский А. А. Основы монтажа сборочных приспособлений. М., Изд. МАТИ, 1975, 60 с.
16. Нормализованные узлы агрегатных станков. Каталог. М., Изд. ЦИНТИМАШ, 1961, 348 с.
17. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. Под ред. Г. А. Монахова. М., «Машиностроение», 1974, 600 с.
18. Павлов В. В. Основы автоматизации проектирования технологических процессов сборки. М., Изд. МАТИ, 1975, 97 с.
19. Приспособления для сборки агрегатов, зажимные и фиксирующие детали и узлы. Изд. НИАТ, 1968, 198 с.
20. Столл Р. Р. Множества. Логика. Аксиоматические теории. М., «Просвещение», 1968, 231 с.
21. Тарасевич Р. М. Механизация сборочных приспособлений. М., Изд. МАИ, 1971, 30 с.
22. Технология производства летательных аппаратов. Под ред. В. Г. Кононенко. Киев, «Вища школа», 1974, 222 с.
23. Технология и оборудование для контактной сварки. Под ред. Б. Д. Орлова. М., «Машиностроение», 1975, 636 с.
24. Технический прогресс в самолетостроении. Под ред. В. А. Степанченко. М., «Машиностроение», 1975, 360 с.
25. Guibert M. P. Fabrication des Avions' et miss Iles. Dunal, Paris, 1960, 847 s.



## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.		Стр.
Предисловие . . . . .	3	Глава 4. Разделочные и стыковочные стелды . . . . .	60
<b>Глава 1. Основные положения о сборке самолетов и вертолетов. Выбор варианта технологического процесса сборки и его оснащения приспособлениями и оборудованиел</b> . . . . .	4	1. Разделочные стелды, методика их проектирования и монтажа . . . . .	60
1. Конструктивно-технологические особенности планера самолета (вертолета) . . . . .	4	2. Стыковочные стелды, их назначение, изготовление и монтаж . . . . .	68
2. Методы базирования при сборке в самолетостроении и вертолетостроении . . . . .	7	<b>Глава 5. Типовые компоновки сборочных приспособлений, разделочных и стыковочных стелдов</b> . . . . .	72
3. Разработка технологических процессов сборки . . . . .	10	1. Типовые компоновки сборочных приспособлений . . . . .	72
4. Выбор варианта технологического процесса сборки и его оснащения (разработка компоновки) . . . . .	11	2. Компоновки разделочных стелдов . . . . .	72
Конструктивно-технологическая характеристика сборочной единицы . . . . .	11	3. Компоновки стыковочных стелдов . . . . .	73
Базирование деталей и сборочных единиц . . . . .	13	<b>Примеры компоновок сборочных приспособлений</b> . . . . .	74
Условия поставки деталей и сборочных единиц на сборку . . . . .	18	КЛ-1. «Компоновка для сборки шпангоута клепаной конструкции» . . . . .	74
Варианты процесса сборки. Состав сборочных операций и схема сборки . . . . .	19	КЛ-2. «Компоновка для сборки и клепки лонжерона крыла» . . . . .	76
Эскизный проект сборочного приспособления и его оснащения . . . . .	20	КЛ-3. «Компоновка для сборки плоских узлов . . . . .	78
<b>Глава 2. Сборочные приспособления и их элементы</b> . . . . .	22	КЛ-5. «Компоновка для сборки панели крыла клепаной конструкции» . . . . .	80
1. Виды сборочных приспособлений . . . . .	22	КЛ-6. «Компоновка для сборки нижней панели хвостовой балки вертолета» . . . . .	82
2. Сборно-разборные приспособления . . . . .	22	КЛ-12. «Компоновка для сборки кессона крыла» . . . . .	84
3. Упрощенные сборно-разборные приспособления . . . . .	23	КЛ-14. «Компоновка для сборки отъемной части крыла (ОЧК) клепаной конструкции» . . . . .	86
4. Специализированные (переналаживаемые) сборочные приспособления . . . . .	24	КЛ-15. «Компоновка для сборки носового отсека фюзеляжа клепаной конструкции» . . . . .	88
5. Элементы и детали сборочных приспособлений . . . . .	27	КЛ-17. «Компоновка для сборки отсека фюзеляжа» . . . . .	90
<b>Глава 3. Проектирование, увязка и монтаж сборочных приспособлений</b> . . . . .	44	КЛ-19. «Компоновка для сборки центральной части фюзеляжа вертолета» . . . . .	92
1. Методы увязки и монтажа сборочных приспособлений . . . . .	44	КЛ-20. «Компоновка для сборки центроплана самолета» . . . . .	94
2. Технические условия на проектирование сборочного приспособления . . . . .	45	КЛ-21. «Компоновка для сборки тормозного щитка» . . . . .	96
3. Проектирование и изготовление сборочных приспособлений при увязке оснастки в системе «эталон поверхности — монтажный эталон» . . . . .	45	КЛ-22. «Компоновка для сборки и клепки панели крыла» . . . . .	98
4. Проектирование и монтаж приспособлений при увязке оснастки в системе базовых отверстий (БО) . . . . .	46	(СК+КЛ)-23. «Компоновка для сборки клееклепанных панелей» . . . . .	100
Проектирование, изготовление и монтаж приспособлений с использованием координатных стелдов, шаблонов и геодезических оптических приборов . . . . .	46	ТЭС-30. «Компоновка для сборки и точечной электро-сварки (ТЭС) плоских узлов на установке с программным управлением» . . . . .	102
Проектирование, изготовление и монтаж приспособлений с помощью точных оптических приборов, лазерных излучателей и координатных линеек . . . . .	48	ДЭС-32. «Компоновка для сборки и дуговой электро-сварки панелей трехслойной конструкции» . . . . .	104
Проектирование, изготовление и монтаж приспособлений с использованием шаблона ШМФ . . . . .	55	(ТЭС+ДЭС)-34. «Компоновка для сборки, контактной и электродуговой сварки кессон-бака крыла самолета» . . . . .	106
Проектирование, монтаж и наладка специализированных сборочных приспособлений . . . . .	56	[СК+ТЭС]-37. «Компоновка для сборки панелей клеесварных конструкций» . . . . .	108
		ДЭС-40. «Компоновка для сборки-сварки плоских узлов типа лонжеронов» . . . . .	110
		ДЭС-44. «Компоновка для сборки и дуговой электро-сварки (ДЭС) секций панелей фюзеляжа» . . . . .	112
		СК-56. «Компоновка для сборки и склеивания хвостового отсека несущего винта вертолета» . . . . .	114

	Стр.		Стр.
СК-59. «Компоновка для сборки хвостовой части руля направления с самовспенивающимся заполнителем» . . . . .	116	РС-65. «Компоновка разделочного стенда для обработки стыков и разъемов крыла, киля и гондолы двигателя фюзеляжа самолета» . . . . .	126
<b>Примеры компоновок разделочных стендов</b> . . . . .	<b>118</b>	РС-66. «Компоновка разделочного стенда для обработки стыковых кромок ниш шасси, щитков и элеронов» . . . . .	128
РС-60. «Компоновка разделочного стенда для обработки фланцевого стыка отъемной части крыла (ОЧК)» . . . . .	118	<b>Примеры компоновок стыковочных стендов</b>	<b>130</b>
РС-61. «Компоновка разделочного стенда для обработки разъемов и стыков отсека фюзеляжа»	120	СС-71. «Компоновка стенда для стыковки отсеков фюзеляжа» . . . . .	130
РС-63. «Компоновка разделочного стенда для обработки стыков хвостовой балки вертолета» . . . . .	122	СС-73. «Компоновка стенда для стыковки агрегатов самолета» . . . . .	132
РС-64. Компоновка разделочного стенда для обработки узлов и плоскостей стыка кабины вертолета	124	СС-75. Компоновка стенда для стыковки звеньев за- крылка крыла . . . . .	134
		Список литературы . . . . .	136

ИБ № 902

*Василий Прохорович Григорьев,*  
д-р техн. наук проф., заслуженный деятель науки и техники РСФСР,  
*Шарафутдин Фасхитдинович Ганиханов,* канд. техн. наук доцент

**ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СБОРКИ УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ  
САМОЛЕТОВ И ВЕРТОЛЕТОВ**

Редактор издательства *В. Г. Гатагогу*  
Технический редактор *Т. С. Старых*

Художник *Е. В. Бекероз*  
Корректор *Л. Е. Хохлова*

Сдано в набор 8/II 1977 г.

Подписано к печати 26/IV 1977 г.

T-09213

Формат 60×90<sup>1/8</sup>

Бумага № 1

Печ. л. 17,5

Уч.-изд. л. 17,75

Цена 88 коп.

Тираж 4000 экз.

Изд. зак. 899

Издательство «Машиностроение», 107885, Москва, Б-78, 1-й Басманный пер., 3.

Московская типография № 8 Союзполиграфпрома  
при Государственном комитете Совета Министров СССР  
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.  
Хохловский пер., 7. Тип. зак. 2179

*Уважаемый товарищ!*

**Специализированные и универсальные магазины,  
распространяющие техническую литературу,  
принимают от покупателей предварительные  
заказы на новые книги**

Предварительный заказ — единственный для Вас способ приобретения данных книг, так как в 1977 г. узкопрофильные специальные издания распространяются только по твердым, гарантированным заказам покупателей.

Если Вам нужны эти книги, то необходимо своевременно и правильно оформить на них заказы.

Читатели, не оформившие заказы на эти книги, не смогут их приобрести, так как каждый магазин получит эти издания в точном соответствии с числом заказов, поступивших от покупателей.

**В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «МАШИНОСТРОЕНИЕ»**

**в 1977 году выйдут книги:**

**1. Шейнин В. М., Козловский В. И.** Весовое проектирование пассажирских самолетов. Справочное пособие для инженеров. В 2-х томах.

В справочном пособии изложены методы совершенствования весового расчета современных и перспективных пассажирских самолетов, направленных на улучшение их весовой отдачи и экономики эксплуатации. А также принципы весовой компоновки самолета с двигателями, расположенными на крыле и на фюзеляже.

**2. Юдаев Б. Н., Михайлов М. С., Савин В. К.** Теплообмен при взаимодействии струй с преградами.

В книге изложены методы расчета процессов тепло- и массообмена при взаимодействии различных турбулентных струй с преградами с учетом влияния на эти процессы интенсивности турбулентности струйного потока.

**3. Шурыгин В. М.** Аэродинамика тел со струями.

В книге обобщены и представлены теоретические материалы и экспериментальные данные по обтеканию тел со струями плоским потоком идеальной жидкости. Изложена линейная теория обтекания неограниченным потоком тонких тел со струями при дозвуковых скоростях.