

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ
ЛА НА ВЫБОР ПРИНЦИПАЛЬНЫХ СХЕМ СБОРОЧНЫХ ПРИСПОСОБ-
ЛЕНИЙ

Процесс сборки конструкций летательных аппаратов (ЛА) как завершающий этап их изготовления, должен обеспечить заданное высокое качество (и прежде всего геометрических форм и размеров, а также функционирование всех частей ЛА) при одновременном выполнении условия минимальных затрат на сборку. Эти требования удовлетворяются, главным образом, на начальном этапе процесса сборки, состоящим в решении задачи правильного и точного расположения собираемых частей конструкции как по отношению к главным конструкторским базам ЛА, так и по отношению друг к другу. Следовательно, на этом этапе сборки конструкции ЛА необходимо корректно произвести выбор установочных баз на конструктивных элементах ЛА и способов их закрепления в пространстве на весь период выполнения всех остальных операций сборки. Специфической особенностью сборки в авиастроении является использование специальных сборочных приспособлений, предназначенных для обеспечения точности установки собираемых элементов ЛА и удобства в работе.

В зависимости от характера установочных баз используемых для взаимного базирования деталей (или частей) ЛА и базирования их по отношению к установочным базам сборочных приспособлений, в авиастроении используются специфические методы сборки: а) метод сборки по чертежу с базированием сочленяемых деталей по поверхностям посадочных мест или сопряжений, б) метод сборки по базовым линиям, нанесенным на поверхность деталей, одну из которых принимают в качестве основной (базовой), в) метод сборки с базированием на поверхности собираемых деталей (частей) ЛА и ответных установочных поверхностей сборочных приспособлений, г) метод сборки по установочно-фиксирующим отверстиям (УФО), выполненным в собираемых дета-

лях (частях) ЛА и базово-фиксирующих устройствах (БФУ) сборочных приспособлений.

При такой классификации методов сборки конструкций ЛА можно выделить две принципиальные группы процессов сборки: сборка с помощью специальных сборочных приспособлений и сборка без их применения. Объемы оснащения сборочных процессов специальной сборочной оснасткой зависят, таким образом, от принятого метода сборки и, тем самым, оказывают существенное влияние на экономические показатели не только сборочного производства, но и на затраты подразделений подготовки производства, длительность цикла технологической подготовки к серийному выпуску ЛА.

Метод сборки в сборочных приспособлениях получил в практике самолет- и вертолетостроения природное распространение. При этом в качестве сборочных баз используются внешние поверхности обшивок панелей, секций и агрегатов планера ЛА или поверхности деталей их каркасов, а также системы специальных сборочных отверстий - УГО. Это объясняется тем, что сборочные приспособления обеспечивают заданное положение собираемым деталям (частям) ЛА, придают требуемую форму в процессе сборки недостаточно жестким деталям, позволяют широко использовать при сборке принцип компенсации накопленных погрешностей изготовления деталей, обеспечивают удобство работ и применение средств механизации и автоматизации производственных процессов сборки.

Поскольку окончательные размеры собираемых сборочных частей ЛА образуются, как правило, сложными поверхностями (в большинстве случаев выходящими на аэродинамические контуры ЛА), отличаются значительными габаритами и многодетальностью, то сборочные приспособления получаются конструктивно сложными, массивными и пространственно громоздкими. Изготовление большого числа сборочных приспособлений в период подготовки производства новых ЛА требует значительных

затрат на материалы, рабочую силу и времени на технологическую подготовку.

Поэтому вопросам рационального выбора количества сборочных приспособлений, их конструктивной сложности (зависящей, главным образом, от принятой разновидности методов сборки) следует уделять особое внимание для достижения максимальной эффективности сборочного производства.

Практика создания и применения сборочных приспособлений для изготовления конструкции ЛА показала, что наиболее экономически эффективными являются приспособления, в которых использованы способы базирования и фиксации деталей по специальным базам-отверстиям (т.е. с применением метода сборки по УФО) по сравнению с базированием деталей на поверхности обшивок и деталей каркасов сборочных единиц [1, 2]. Однако, не во всех случаях возможно использование метода сборки по УФО — это зависит от конструктивно-технологических характеристик самих объектов сборки, экономической целесообразности применения того или иного метода сборки, производственных и технических условий.

К числу главных конструктивно-технологических факторов, влияющих на выбор метода сборки, а, следовательно, и на конструктивную схему сборочного приспособления, следует отнести: членение планера ЛА на технологически самостоятельные сборочные части, характер соединений элементов конструкций ЛА, жесткость деталей и наличие компенсирующих элементов в собираемых конструкциях, удобство подходов к местам соединений конструктивных элементов, точность размеров и форм собираемых конструкций. Так, для самолета АН-22 схема конструктивно-технологического членения была выбрана из условий максимального использования метода сборки на УФО: основные агрегаты самолета расчленены поперечными и продольными разрезами и стыками на секции и панели, в деталях каркаса (поясах шпангоутов, лонжеронов, нервюр, балок) предусматривались

специальные места для размещения сборочных отверстий. Внедрение метода сборки по УФО позволило снизить затраты на подготовку производства АН-22: по трудоемкости изготовления оснастки на 35%, по расходу металла на сборочную оснастку - на 49%, по себестоимости оснастки - на 46%. Из-за значительного упрощения сборочной оснастки и уменьшения ее габаритных размеров произошло условное высвобождение производственных площадей на 26%.

Конструктивно-технологическое членение планера самолета ТУ-134 также было приспособлено к максимальному использованию метода сборки по УФО: планер был расчленен на 10 основных отсеков и агрегатов; каждый из которых состоял из технологически самостоятельных панелей и узлов. Это позволило практически весь планер самолета ТУ-134 собирать в приспособлении с применением базирования по отверстиям. Трудоемкость сборочной оснастки снизилась на 30-90%, металлоемкость оснастки - на 40-80%, количество производственных площадей - на 32%.

Одним из основных показателей эффективности применения сборочных приспособлений является уровень обеспечения заданных геометрических параметров планера самолета: отклонений от заданных размеров и форм. Для большинства типов современных самолетов допускаемые отклонения размеров по наружным обводам частей планера составляет для фюзеляжей, гондол, двигателей и шасси - ($\pm 0,2 \dots \pm 2,0$ мм), для крыла и оперения - ($\pm 0,1 \dots \pm 1,5$ мм). При этом меньшие значения допустимых отклонений соответствуют первой зоне, а большие - 2 зоне агрегатов планера самолета. Указанные отклонения могут быть обеспечены при сборке конструкций ЛА в сборочных приспособлениях как при базировании деталей на поверхности обшивок или деталей, так и при использовании УФО.

Так, экспериментальные исследования точности сборки, проведенные для частей планеров самолетов ИЛ-62 и ТУ-134 показали следующие результаты: 1) сборка агрегатов и отсеков крыла, оперения, фю-

зелья и гондол двигателей в приспособлениях с базированием по УФО обеспечило выполнение заданных допустимых отклонений практически почти полностью на 100%, 2) величина расхождений точности сборки вышеуказанных отсеков и агрегатов ^в сборочных приспособлениях с базированием по УФО и с базированием на поверхности обшивок составила не более 8% от заданного поля допуска, что свидетельствует о равноценности сравниваемых способов сборки.

С учетом этого, еще раз подтверждается безусловная экономическая эффективность сборочных приспособлений для сборки ^{по УФО} современных пассажирских самолетов и вертолетов, если требуемая точность изготовления по наружным обводам составляет 1,5 - 2,0 мм.

Учитывая многообразие конструктивных решений и их оформление при проектировании ЛА, а также объективные пределы применимости методов сборки в зависимости от конструкции и точностных характеристик объекта сборки, целесообразно располагать такой классификацией сборочных единиц, которая позволяла бы произвести разработку типовых конструктивных схем сборочных приспособлений. Задача эта относится к числу трудноразрешимых. Однако, общий подход может быть сформулирован на основании вышеизложенного как поиск вариантов конструктивного оформления базово-фиксирующих элементов (БФУ) сборочного приспособления, количества и мест их расположения в пространстве, обеспечивающих заданное количество сборки ЛА.

При этом принципиальная особенность сборочных приспособлений для сборки по УФО ясна: замена обводообразующих рубильников и ложемента для установки и фиксации деталей в сборочном положении на базово-фиксирующие устройства базирования по отверстиям, конструкция которых практически не зависит от конфигураций базир^{уемых} деталей. Отсутствие рубильников для фиксации обводов агрегатов или отсеков планера ЛА и замена их на БФУ с базами отверстиями обеспечивает свободные подходы к рабочим зонам, облегчают применение средств механизации и автоматизации сборочных процессов, а не

зависимость от форм собираемых деталей позволяет использовать в конструкциях БУ практически 100% стандартизованных деталей.

Последнее обстоятельство весьма благоприятно для осуществления автоматизированного проектирования сборочных приспособлений с помощью электронно-вычислительной техники. Таким образом, при использовании метода сборки по УГО возможно изготавливать сборочные приспособления полностью из стандартных элементов, что значительно сокращает сроки их проектирования и изготовления, уменьшает затраты на их изготовление и сокращает длительность технологической подготовки новых изделий.