**Тема 7. *Розроблення робочих технологічних матеріалів на вузлове складання.***

Сборочные работы в авиастроении являются ***многовариантными*** как по возможному составу и последовательности операций техпроцесса, так и по составу применяемой оснастки, оборудования, инструмента. Поэтому выбор оптимальной технологии ведения сборочно-монтажных работ зависит от заданных условий и критериев производства, а для повышения качества и эффективности разработки рабочих технологий следует применять ЭВМ и САПР с использованием типовых процессов, типовых операций и соответствующей базы данных, определяющих параметры выбранной версии технологии.

При проектировании рабочего техпроцесса сборки изделия определяют все данные, необходимые для выполнения сборочных или монтажных работ: выбирают схемы сборки и базирования, схемы обеспечения точности и взаимозаменяемости; разрабатывают технические условия на поставку деталей и узлов на сборку и монтаж; определяют состав и последовательность выполнения операций и переходов; выбирают оснастку, инструмент и оборудование; назначают специальность и квалификацию исполнителей; рассчитывают нормы времени и режимы операция; вычисляют трудоемкость, технологическую себестоимость, цикл сборочно-монтажных работ.

На разных этапах освоения выпуска изделий рабочую технологию разрабатывают в виде ***временных*** или ***серийных технологических процессов сборки-монтажа.***

***Временные рабочие техпроцессы*** действуют на этапе выпуска ***головной серии*** нового самолета (вертолета). Они содержат ***общий план*** и ***маршрутную технологию*** сборочно-монтажного процесса, а также условия на состояние поставки деталей и узлов на сборку или монтаж объекта. При этом используют в основном ***универсальное*** или ***специализированное*** оснащение, инструмент и оборудование, а работы нормируют по опытно-статистическим нормам. Для особо ответственных узлов, крупных отсеков и агрегатов проектируют и изготовляют небольшое количество специальных сборочных приспособления и стапелей.

***Серийные рабочие техпроцессы*** разрабатывают и внедряют при ***серийной сборке*** изделий, используя опыт реализации временных техпроцессов. Их назначение – обеспечить ***высокие технико-экономические показатели*** сборочного производства, требуемое ***качество*** и заданную ***программу выпуска*** изделий. Здесь целесообразно применять значительное количество специальной оснастки, высокопроизводительного сверлильно-зенковального и клепального оборудования, подробно разрабатывать рабочие техпроцессы, разделяя их на более мелкие операции, которые могут выполнять рабочие невысокой квалификации. При серийном производстве разрабатывают техпроцессы различного уровня ***унификации:*** ***стандартные***, ***типовые***, ***унифицированные*** (по составу элементов технологической системы или последовательности сборочных операций) или ***единичные*** индивидуальные (на базе аналога сборочной единицы). Элементами технологической системы сборочных работ являются оборудование, инструмент, оснастка, вспомогательные материалы и т.п.

## 8.1. Исходные данные для проектирования и содержание основных операций и переходов рабочих технологических процессов сборки

В качестве исходных данных для проектирования конкретных рабочих технологий используют следующую информацию:

* базовую, включающую в себя конструкторскую документацию на изделие, схему его членения, директивные технологические материалы, технические требования к качеству объекта сборки, условия на поставку всех входящих в сборочную единицу деталей и узлов и заданную программу выпуска изделия. (Используя эту информацию, студент тщательно изучает конструкцию изделия, его монтажные узлы, уясняет взаимосвязи и взаимовлияния входящих элементов и частей, оценивает технологичность конструкции);
* руководящую, объединяющую техническое задание на разработку технологии (согласно бланку задания на курсовое проектирование, утвержденного руководителем от кафедры), стандарты всех категорий на технологические процессы и производственные инструкции (изучаются в период прохождения практики на заводе);
* справочную в составе производственных условий, под которые разрабатывается конкретная технология (производственные условия анализируются по месту практики и с учетом рекомендаций руководителя проекта); типовых планировок сборочных производственных участков и цехов; каталогов, справочников, альбомов компоновок прогрессивных средств технологического оснащения; информационных источников по выбору технологических параметров сборочно-монтажных операций (нормативов, режимов процессов, припусков, размерных цепей и т.п.).

Рабочие чертежи, схемы членения, ДТМ позволяют принять основное направление и структуру при разработке общих планов и маршрутных технологий сборочно-монтажных работ, определить основной состав средств технологического оснащения и оборудования.

При разработке рабочих техпроцессов сборки-монтажа объектов надо использовать перечисленную выше базовую, руководящую и справочную информацию, оформляя по стандартной форме технологические карты сборочных работ для серийного производства.

Рабочая технология включает в себя ***описания следующих основных действий и операций (переходов)*** при сборочно-монтажных работах:

1) подготовка сборочной оснастки к работе, комплектовка и входной контроль деталей и узлов к сборке, монтажу;

2) установка и фиксация (закрепление) деталей и узлов в заданное технической документацией положение;

3) проведение подготовительных действий и переходов для подготовки деталей и сборочных единиц к скреплению заданным способом;

4) операции по скреплению (соединению, стыковке) деталей и узлов между собой;

5) контрольные, регулировочные и испытательные операции для обеспечения заданного качества изделий и отдельных бортовых систем;

6) операции транспортировки объектов сборки (или их частей) и заключительные работы (устранение брака, покраска, взвешивание и т.п.).

## 8.2. Общий порядок разработки рабочих технологий сборочно-монтажных работ

1. Составляют ***конструктивно-технологическую характеристику*** сборочной единицы. При этом Сб.Ед. характеризуют по составу входящих в нее на данном этапе сборки элементов, деталей, узлов, панелей, монтажей. Определяют принадлежность сборочной единицы к какому-либо виду соединения: условно считается, что узел является ***клепаной конструкцией,*** если в нем превалируют заклепочные соединения (более 70%); аналогично принимается решение для сварочных, болтовых, клееных и паяных конструкций.

2. Далее указывают, из каких материалов изготовлены детали, узлы (листы, профили, стыковые узлы, трубопроводы, тяги, болты, заклепки), вид стыковых разъемов, наличие герметизации, способы соединения (клепка потайная, простая сварка ТЭС или плавлением и т.п.).

3. Отдельным пунктом указывают требования к точности наружных обводов, контуров и стыков при постановке крепежа. Анализируют размерные цепи и габаритные размеры объекта.

4. Выбирают ***схемы базирования*** элементов сборочной единицы с учетом принятой ***схемы сборки*** (см. приложение 12). При разработке способа базирования (т.е. установочных операций техпроцесса) определяют ***состав баз*** для всех входящих в сборочную единицу деталей и узлов, которые с заданной точностью определяют взаимное положение всех элементов конструкции. Подробнее о разработке схемы базирования см. в подразд. 8.3.

5. Выбирают ***конструктивную схему сборочной оснастки*** с назначением мест фиксации деталей и узлов, учитывая принятую схему базирования и заданную точность сборки. Для различных методов сборки рекомендуется типовая схема сборочного приспособления.

6. Анализ вариантов и принятие ***оптимальной*** для конкретных условий ***схемы обеспечения точности, взаимозаменяемости и увязки технологической оснастки*** (см. разд. 5-7 первой части пособия). При этом выполняют точностные и экономические расчеты (см. разд. 10 пособия).

7. Определяют ***технические условия на поставку деталей и узлов***, на сборку или монтаж в соответствии с принятыми методами сборки или взаимозаменяемости (см. подразд. 8.5).

8. Разработка ***вариантов последовательности выполнения операций сборки*** (плана операций сборки, монтажа). На основании конструкторского чертежа, метода сборки, схемы базирования студент разрабатывает возможные варианты последовательности ***установки*** отдельных деталей и узлов при сборке или монтаже и их ***взаимного скрепления,*** а затем оформляет саму схему сборки в виде плана операций (переходов), которые надо последовательно выполнять для получения готового изделия.

***Оптимальный вариант*** плана сборки или монтажа выбирается с учетом обеспечения заданного ***качества*** изделия, ***низкой себестоимости*** процесса сборки, ***условий доступа*** к местам установки и соединения деталей.

Перечень операций следует выбирать из общего каталога ***типовых операций*** сборки или монтажа самолетных конструкций. Выбирая вариант плана операций сборки, студент может использовать ***аналог*** техпроцесса, взятого с базы практики, обосновав его с учетом условий сборки, заданных в задании на курсовой проект.

9. Определяют ***состав рабочей оснастки, инструмента, оборудования и вспомогательных материалов***, необходимых для каждой операции и перехода плана сборки или монтажа. Выбор инструмента и оснастки зависит от конструкции изделия, материала деталей, их термического состояния,метода сборки. Инструмент и оборудование не должны быть дефицитными, обеспечивать качество работы, низкую трудоемкость и высокую производительность труда. Их следует выбирать по каталогам; специальный инструмент и оснастка заказываются.

10. Определяют состав исполнителей операций по ***специальностям*** и ***квалификациям*** рабочих; указывают их ***количество*** на каждом рабочем месте (например, при клепке пневмомолотком необходимы двое рабочих). С перечнем рабочих специальностей в агрегатно-сборочных цехах рекомендуется ознакомиться во время практики, разряд рабочих выбирают по тарифно-квалификационному справочнику, где приведены примеры работ, типичных для каждого разряда.

11. Рассчитывают и определяют ***режимы*** процессов и ***нормируют операции***. Режимы и нормы времени выбирают на основании рекомендаций соответствующих справочников (или данных производственной практики). Нормирование сборочно-монтажных работ должно учитывать ***условия при выполнении операции***, ***массу*** и ***габариты*** собираемого изделия и входящих деталей. Некоторые нормы на типовые операции сборки приводятся в справочниках

12. Выполняют расчет ***общей трудоемкости*** сборочно-монтажных операций по всему техпроцессу, а также уточняют ***технологическую себестоимость*** сборки; рассчитывают другие ***технико-экономические показатели*** (производственная площадь, потребная для сборки, общее число рабочих, цикловое время сборки и т.п.).

13. Окончательно оформляют техпроцесс сборки на ***стандартных технологических картах***, служащих в дальнейшем основным документом для серийной (или временной) технологии производства сборочных единиц.

14. Разрабатывают ***технические условия на проектирование сборочной оснастки***, где указывают: в каком положении ведется сборка (в какой плоскости пространства), необходимость поворотных устройств, сборочный состав и массу изделия, установочные базы и необходимость промежуточного закрепление деталей, применяемый инструмент и зоны подхода к соединениям, способы выема собранного изделия из приспособления. Указывают также ***назначение приспособления***, т.е. для какой сборочной единицы и каких операций оно предназначено (для предварительной сборки, для всего объема работ, для монтажа, испытаний, для навески механизации или регулировки и т.п.). Приводятся требования к необходимой ***точности*** собираемого объекта, ***методу монтажа*** приспособления, ***его оснащению*** рабочими площадками и стеллажами. Указывают состояние поставки деталей и узлов на сборку в приспособлении.

Разрабатывая техпроцесс на сборку, монтаж, студент должен учитывать ***заводской техпроцесс*** как аналог заданного объекта и ***различные программы*** выпуска изделий на заводе и в проекте.

## 8.3. Разработка схем базирования элементов сборочных единиц; принципы базирования; типовые базисные поверхности и схемы базирования для некоторых деталей и сборочных единиц

В конструкциях собираемых объектов каждая деталь или узел занимает строго определенное положение относительно других деталей и относительно конструкторских баз. В процессе сборки или монтажа каждый элемент конструкции должен быть координирован в соответствии с указанным в чертеже положением. Это достигается принятым ***методом базирования*** элементов (деталей, узлов, монтажей) по соответствующим ***базисным поверхностям*** отдельных деталей. Принимая метод базирования, определяют базы или состав баз для деталей, узлов панелей, секций, отсеков. ***База*** – это совокупность линий, точек, поверхностей, относительно которых координируют объекты сборочных единиц. Под ***составом баз*** понимают перечень баз деталей, узлов, панелей, входящих в собираемую сборочную единицу.

Анализируя чертеж изделия, студент решает вопрос о базировании объектов и назначает базисные поверхности, по которым будет вестись установка и фиксация деталей и узлов. При этом формулируются установочные операции техпроцесса сборки и последовательность этих операций. Базисные поверхности используются в качестве ***сборочных*** или ***установочных баз***. Сборочные базы определяют взаимное расположение деталей (их сопрягаемых поверхностей), установочное положение собираемых деталей и узлов относительно сборочного приспособления. Сборочные и установочные базы называют ***технологическими*** (или производственными). ***Конструкторские базы*** указывают в чертежах, относительно которых координируют размерными цепями все входящие в конструкцию элементы (это оси, строительные горизонтали, плоскости симметрии и т.п.). ***Измерительные базы*** – это точки, линии, поверхности, относительно которых ведутся измерения и отсчеты геометрических параметров собираемого объекта или его составных элементов при контрольных операциях (например, контур контрольного эквидистантного шаблона, относительно которого измеряется погрешность обвода отсека или агрегата).

Выбирая базы, надо стремиться к соблюдению ***принципов единства***, ***совпадения*** и ***постоянства баз***. ***Принцип единства*** предполагает выбор конструктивных баз в качестве сборочных. Примером этого является сборка узлов и панелей по сборочным отверстиям, сборка отсеков и агрегатов по ***КФО*** и ***БФО***, сборка по фотоконтактной разметке. Соблюдение этого принципа позволяет вести сборку без приспособлений или в упрощенных приспособлениях.

Согласно ***принципу совпадения баз*** предполагается выбор сборочных баз в качестве установочных. Это обязательно при сборке в приспособлениях, что обеспечивает высокую точность сборки по обводам, контурам и стыкам.

Согласно ***принципу постоянства*** баз рекомендуется для повышения точности сборки и взаимозаменяемости не менять ранее принятые на первых этапах технологии базисные поверхности деталей и узлов и сохранять их на последующих стадиях сборочного процесса. Так, например, принятую за базовую внешнюю поверхность обшивки при сборке панели фюзеляжа сохраняем в качестве базовой и на стадии сборки отсека фюзеляжа, и при сборке всего фюзеляжа в стапеле. Это позволяет избежать дополнительной погрешности обвода фюзеляжа, появляющейся при изменении установочных баз.

***Типовые базисные поверхности***, которые можно использовать в качестве сборочных и установочных, следующие:

1. Для деталей ***из листа и профилей*** – поверхности и наружные контуры этих деталей или поверхности установочно-фиксирующих отверстий (***СО***, ***УФО***, ***БФО***), выполненных в них заранее. Сборка с использованием в качестве баз поверхностей деталей («от внешней поверхности», «от каркаса», «от внутренней поверхности обшивки») требует обязательного наличия сборочного приспособления, базово-фиксирующие устройства которого имеют ответные базы.

2. Для ***стыковых узлов, кронштейнов, рычагов*** – поверхности стыковых отверстий и некоторые плоскости их поверхностей. В этом случае отверстия под стыковые болты (***ОСБ***) совмещают с базовыми установочными отверстиями приспособления и фиксируют в заданном положении.

3. Для ***жестких деталей и узлов поперечного набора каркаса*** – координатно-фиксирующие отверстия (***КФО***). Шпангоуты, нервюры, жесткие стенки и подобные им элементы поступают на сборку с готовыми ***КФО***, рассверленными на расстоянии, кратном 50 мм, относительно конструкторских баз. Ответные базовые отверстия имеются в фиксаторах сборочного приспособления.

4. Для ***фланцевых стыковых узлов*** – плоскости стыка и поверхности стыковых отверстий. Фиксаторами такого стыка являются стапельные плиты, по которым базируют стыковые гребенки, угольники и другие силовые элементы плоского стыка.

5. Для ***деталей из труб*** – наружные или внутренние поверхности, по которым их устанавливают на базовые фиксаторы приспособлений.

Выбрав установочные базы, определяют место и количество фиксаторов приспособления, а также последовательность установки деталей и узлов в сборочное положение. ***Рекомендуется следующий порядок установки***: 1) первыми подают на сборку детали и узлы, сборочные базы которых приняты за установочные; 2) вторыми подают детали и узлы, которые участвуют в образовании обводов или обеспечивают жесткость; 3) далее последовательно устанавливают все остальные детали в порядке их геометрического наслоения  
(с учетом открытости подходов для установки последующей детали).

На основании чертежа сборочной единицы и выбранных баз для установки элементов в сборочное положение разрабатывается схема базирования. Ее вычерчивают в виде эскиза сборочной единицы с обозначениями, указанными на деталях базируемых поверхностей и базовых элементах приспособления (табл. 8.1, 8.2).

В описании схемы базирования указывают конкретные поверхности, по которым детали (сборочные единицы) базируют и которые используют в качестве сборочного (фиксирующего) элемента приспособления. На компоновочном чертеже (рис. 8.1) приведена схема базирования деталей при сборке ***панели сварной конструкции***, показанной на рис. 8.2.