

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА
(национальный исследовательский университет)»

**Проектирование технологического процесса
сборки для типовой сборочной единицы**

Электронные методические указания
к лабораторной работе

САМАРА

2010

Составитель: ПРОНИЧЕВ Николай Дмитриевич

Рассматриваются вопросы проектирования оптимальных технологических процессов сборки изделия по всем основным этапам, включая технологический анализ, разработку схемы сборки, назначение технических требований и т.д.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности: 160301 «Авиационные двигатели и энергетические установки», изучающих курсы «Технология производства АД и ЭУ», «Технология машиностроения», «Технологические методы обеспечения надежности деталей ГТД», «Информационные технологии», и в рамках магистерской программы «Интегрированные информационные технологии в авиадвигателестроении» по направлению 160700.68 «Двигатели летательных аппаратов».

Разработано на кафедре производства двигателей летательных аппаратов.

**© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2010**

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ ИЗДЕЛИЯ.....	4
1. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ СБОРКИ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ЕГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	4
2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА.....	13
3. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА.....	13
4. СОСТАВЛЕНИЕ ОТЧЕТА.....	14
5. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ.....	14
6. ПЕРЕЧЕНЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОСНАСТКИ.....	15

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ ИЗДЕЛИЯ

1. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ СБОРКИ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ЕГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Под технологическим процессом сборки понимается технологический процесс, содержащий действия по установке и образованию соединений составных частей изделия (ГОСТ 23887-79). В соответствии с этим определением для технологического процесса сборки характерными являются только два типа операций: установка составных частей и образование соединений. Все остальные операции, включаемые в технологический процесс сборки, такие как расконсервация, промывка, технический контроль, испытание, обработка резанием, нанесение покрытий и т. п. не являются специфичными только для процесса сборки, т.к. входят в состав других технологических процессов. Такие операции относятся к числу сопровождающих технологический процесс сборки.

Важной характеристикой технологического процесса сборки является его качество, т. е. совокупность свойств технологического процесса, обуславливающих его пригодность обеспечивать требуемое качество изделий и выполнение программы их выпуска без превышения установленных затрат.

Проектирование технологического процесса сборки изделия является одним из важных составных элементов технологической подготовки производства. Для обеспечения надлежащего качества технологического процесса в период его проектирования должны быть найдены и приняты такие технологические решения, которые наряду с качеством сборки изделия обеспечивают высокую производительность труда на базе максимального использования средств механизации и автоматизации производства.

Задача проектирования технологического процесса сборки характеризуется многовариантностью возможных решений, каждое из которых может обеспечить заданные требования чертежа. При наличии нескольких вариантов выбор оптимального должен проводиться с учетом критериев оптимизации, которыми могут быть, например, себе-

стоимость, производительность, количество рабочих, площади сборочного цеха и т. д.

Проектирование технологического процесса сборки в настоящее время может производиться как неавтоматизированным (ручным) способом, так и автоматизированным способом с помощью ЭВМ. В алгоритме проектирования технологического процесса оба этих способа имеют много общих элементов. Поэтому последовательность проектирования можно рассмотреть в едином плане. Обычно устанавливается следующая последовательность проектирования технологического процесса сборки:

- 1) технологический анализ сборочного чертежа;
- 2) определение типа производства, уточнение критериев оптимизации проектируемого технологического процесса;
- 3) составление схемы сборки изделия;
- 4) определение состава и последовательности выполнения сборочных операций, разработка маршрутной технологии;
- 5) выбор сборочного оборудования и технологической оснастки;
- 6) назначение технических требований к сборке;
- 7) выбор методов и средств контроля качества сборки;
- 8) нормирование операций технологического процесса и синхронизация операций в соответствии с тактом выпуска;
- 9) оформление документации на технологический процесс;
- 10) расчет потребного количества рабочих, оборудования и производственных площадей;
- 11) технологическая планировка цеха.

Следует отметить, что все перечисленные этапы взаимосвязаны, поэтому изменение, внесенное на каком-либо этапе проектирования технологического процесса, вызывает изменения на многих предыдущих этапах. Взаимосвязанность этапов разработки технологических процессов приводит к необходимости решения задачи проектирования процесса методом последовательных приближений. В начале проектирования намечается как бы предварительная схема. На последующих этапах проектирования на основе подробного анализа и расчетов производится уточнение отдельных решений, что вызывает необходимость некоторого изменения уже разработанных предыдущих

этапов. Таких уточнений при проектировании технологического процесса может быть произведено несколько.

Ниже приводятся пояснения к некоторым этапам проектирования технологического процесса.

Технологический анализ сборочного чертежа. Этот этап ставит своей целью получить представление о назначении изделия, о его конструктивно-технологических характеристиках, о видах соединений и способах их осуществления и т. п. На этом этапе подробно изучаются технические требования, выявляется номенклатура и заданная точность как геометрических, так и физических сборочных параметров, производится анализ возможных методов достижения заданной точности сборочных параметров.

Значительное место в технологическом анализе чертежа отводится оценке технологичности конструкции изделия в сборке. Под этим термином понимается совокупность свойств изделия, обеспечивающих его приспособленность к технической подготовке производства и сборке и характеризующимся минимальными затратами труда, средств, материалов и времени (по сравнению с изделиями-аналогами). Показатели для оценки технологичности подробно рассматриваются в соответствующих ГОСТах.

В результате технологического анализа чертежа делается заключение о возможности для данной конструкции изделия применить технологические процессы, обеспечивающие выполнение заданной программы выпуска, установленного качества в установленных условиях производства.

Определение типа производства. Уточнение критериев оптимизации. Тип производства определяется с помощью так называемого «коэффициента закрепления операций» в соответствии с ГОСТ 3.1121-84. Полученные данные о типе производства позволяют более обоснованно подходить к выбору организационной формы сборки, формулировать требования к сборочному оборудованию и технологической оснастке.

В этом же этапе производится выбор (или уточнение) критериев оптимизации проектируемого технологического процесса.

Составление схемы сборки изделия. Схема сборки изделия представляет собой графическое изображение в виде условных обозначений

ний последовательности сборки изделия из отдельных составных частей: деталей и сборочных единиц. Деталь - это часть изделия, изготовленная из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций. Сборочная единица - это изделие или часть изделия, составные части которого подлежат соединению между собой сборочными операциями (свинчиванием, клепкой, сваркой, пайкой и т. п.).

Различают сборочные единицы конструктивные, технологические и конструктивно-технологические. Если сборочная единица выполняет в изделии определенную функцию (как, например, компрессор, турбина и т. п.), то она носит название конструктивной, независимо от того, позволяет ли конструкция этой единицы собрать ее самостоятельно, независимо от других единиц. Сборочная единица, обеспечивающая возможность сборки независимо от других сборочных единиц, носит название технологической сборочной единицы. Если конструктивная сборочная единица удовлетворяет еще и условию самостоятельной, независимой сборки, она получает название конструктивно-технологической. Конструкция изделия, обеспечивающая расчленение его на конструктивно-технологические сборочные единицы, отвечает одному из основных требований технологичности конструкции.

Составление схемы сборки - один из важных этапов проектирования технологического процесса. Схема создает основу для последующего выбора состава и последовательности выполнения сборочных операций, а также дает наглядное представление о формировании изделия из отдельных деталей и сборочных единиц. Схема сборки дает информацию о возможности параллельного проектирования техпроцессов на отдельные сборочные единицы, которые устанавливаются при общей сборке изделия обособленно, независимо друг от друга.

Построению схемы сборки предшествует большая работа по анализу различных вариантов схем членения изделия, схем сопряжения, схем базирования, выбора целесообразных методов достижения точности сборочных параметров, проверки возможности доступа к местам осуществления соединений на всех этапах сборки изделия, возможности проведения контроля качества сборки и т. п. То есть составленная схема сборки - это результат оптимизации большого количества вариантов решений технического и экономического порядка. Помощь в

этом анализе и оптимизации может оказать ЭВМ.

При составлении схемы сборки большое значение имеет выбор базовой детали или базовой сборочной единицы, с которой начинается сборка изделия и относительно которой ориентируются другие составные части изделия. В качестве базовой обычно выбирается сборочная единица или деталь, имеющая для связи со сборочным приспособлением достаточную жесткость, прочность и точные поверхности и позволяющая выполнять большое число операций без смены этих связей.

Для сложных изделий целесообразно строить схему в два этапа. Вначале составляется схема общей сборки изделия, а затем схемы узловой сборки составных частей изделия.

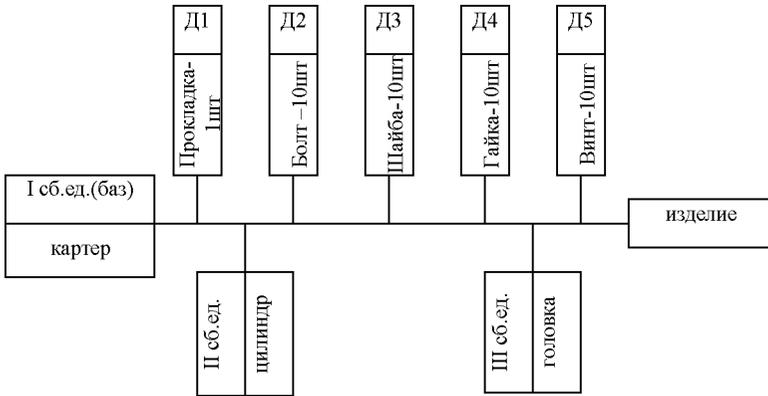
На первом этапе построения схемы (рис. 1.1) в промежутке между прямоугольниками с обозначениями базовой сборочной единицы и изделия наносится горизонтальная линия. Снизу к этой линии последовательно наносят прямоугольники с обозначением сборочных единиц первого порядка, непосредственно входящих в состав изделия, а сверху - прямоугольники с обозначениями деталей, устанавливаемых при общей сборке.

На втором этапе построения схемы для каждой сборочной единицы первого порядка, включая и базовую сборочную единицу, составляют аналогичным образом частные схемы из прямоугольников с обозначением деталей и сборочных единиц второго и более высших порядков. Для удобства пользования схемой обычно в каждом прямоугольнике пишут название детали и количество, например: шайба - 2шт., болт - 1шт. и т.д.

Определение состава и последовательности выполнения операций. Сборочной операцией (согласно ГОСТ 3.1109-82) называется законченная часть технологического процесса сборки, выполняемая на одном рабочем месте. Операция над изделием или сборочной единицей может выполняться одним рабочим или группой рабочих. Операция включает несколько переходов.

Переходом называется законченная часть технологической операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и поверхностей, соединяемых при сборке (то есть поверхностей, образующих одно соединение).

Первый этап построения схемы



Второй этап построения схемы

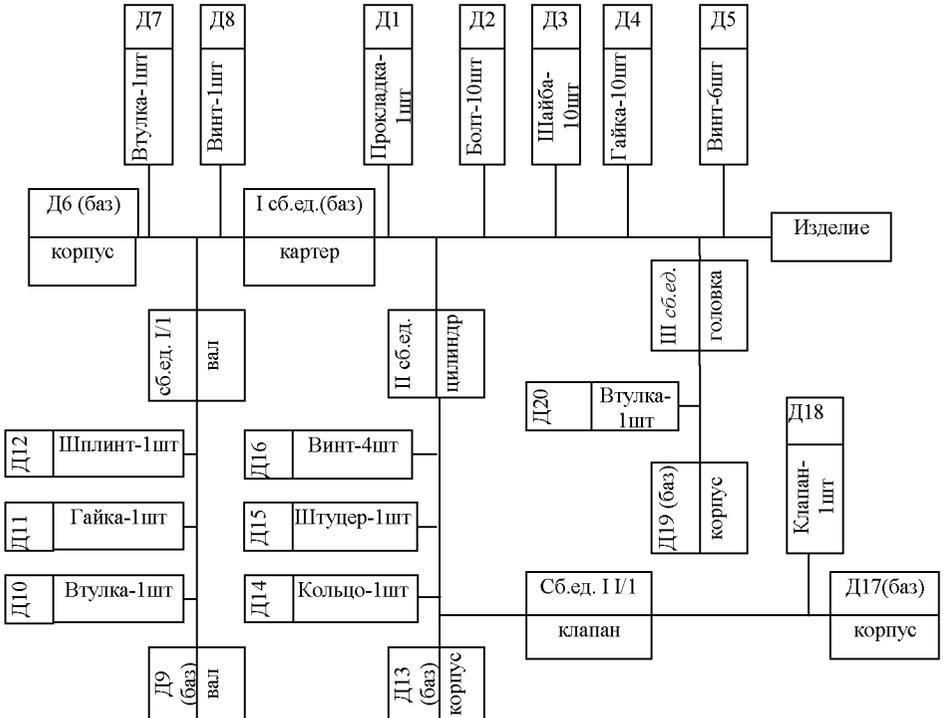


Рис. 1.1. последовательность построения схемы сборки изделия

Технологический процесс сборки обычно включает три характерные группы операций: подготовительные (комплектование, расконсервация, промывка, сушка, маркирование и т. п.), сборочные (связанные с процессом соединения деталей) и контрольные по оценке качества сборки (контроль герметичности соединений, измерение выходных параметров устройства и т. д.).

Состав операций второй группы определяется ранее составленной схемой сборки. Необходимость в операции первой или третьей группы устанавливается исходя из технических требований чертежа, а также состояния поверхности деталей, поступающих в сборочный цех, условий их хранения на складе и т. п.

Чтобы облегчить процесс определения состава подготовительных и контрольных операций, рекомендуется использовать уже составленную ранее схему сборки. После изучения технических требований, предъявляемых к собираемому изделию, на схеме выбираются точки, где эти требования должны быть выполнены, после чего наносится выносная линия с соответствующим показанием. Пример нанесения таких линий с указаниями показан на рис. 1.2. Далее, анализируя объем работ, который необходимо выполнить в каждой из отмеченных точек схемы, принимается решение о включении либо отдельных переходов в сборочные операции, либо о выделении самостоятельных операций, например: «Прокачка каналов», «Определение посадок в соединении деталей», «Проверка соосности опор» и т. д.

При определении состава непосредственно сборочных операций первыми включают операции по сборке более мелких сборочных единиц, входящих в состав других сборочных единиц, затем более крупных и, наконец, всего изделия. При этом имеют в виду то, что предшествующие операции не должны затруднять выполнение последующих.

После определения состава и последовательности выполнения операций оформляется маршрутная карта с присвоением каждой операции соответствующего порядкового номера.

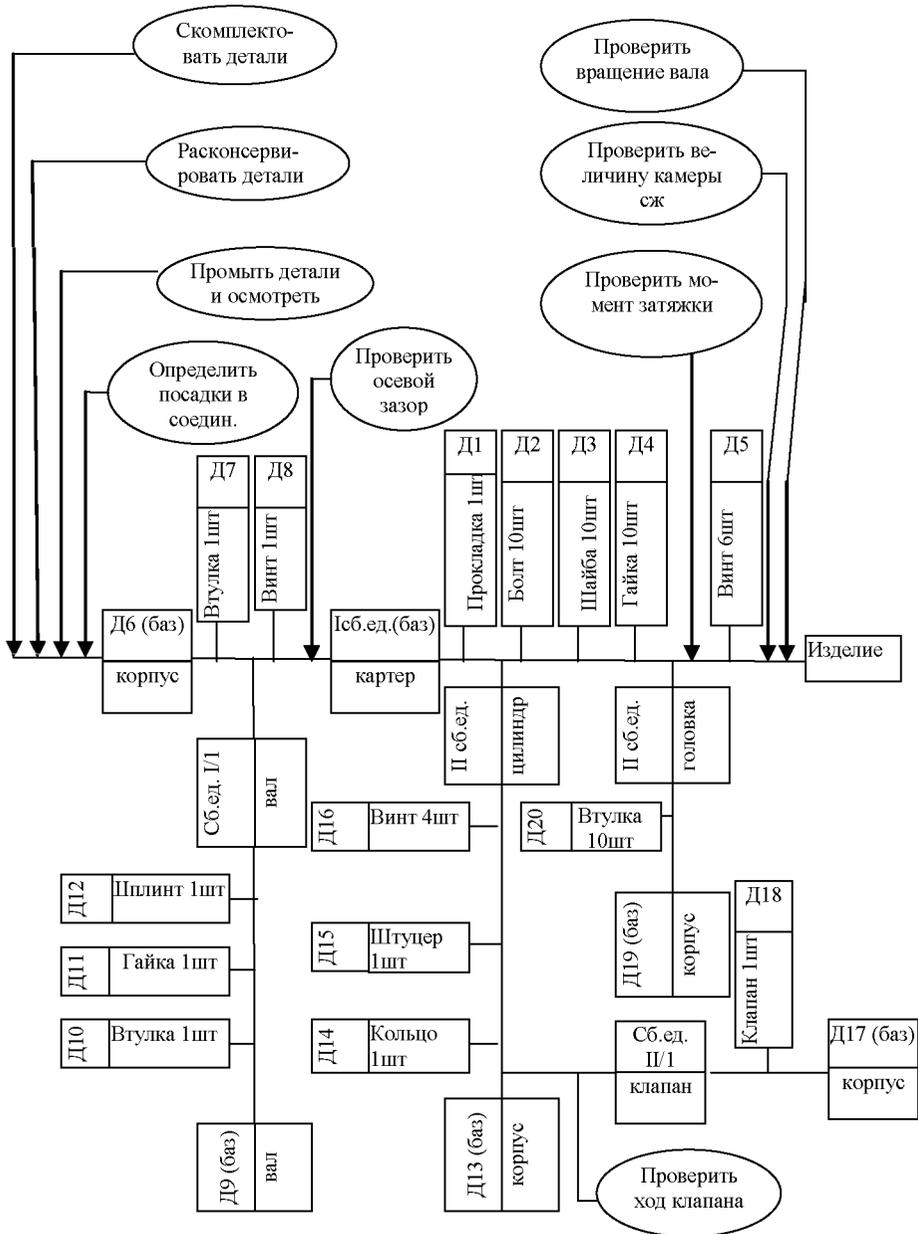


Рис. 1.2. Пример оформления схемы сборки изделия вместе с технологическими указаниями

Выбор сборочного оборудования и технологической оснастки.

Каждая операция технологического процесса оснащается необходимым оборудованием, приспособлениями и инструментом. Выбор оборудования и оснастки проводится исходя из условий обеспечения заданной точности сборки, а также получения высоких технико-экономических показателей работы. При этом стремятся максимально использовать стандартное или нормализованное оборудование, приспособления и инструмент. В случае необходимости применяют специальную технологическую оснастку и оборудование. Номенклатура выбранного оборудования и оснастки вносится в соответствующие графы маршрутной карты.

Назначение технических требований к сборке. При назначении технических требований к сборке за основу берутся требования, указанные в сборочных чертежах или в другой технической документации. Однако эти требования могут быть существенно дополнены, исходя из специфики работы технологического оборудования и оснастки, а также принятых методов сборки.

Выбор методов и средств контроля качества сборки. При выполнении этого этапа проектирования технологического процесса выбирают такие методы и средства контроля качества сборки, которые позволяют получить наиболее доступными и производительными способами достоверные данные о величинах сборочных параметров.

Оформление технологической документации. На разработанный технологический процесс сборки оформляется техническая документация в виде маршрутной карты, операционных карт, карт эскизов, карт контроля. Формы этих карт должны соответствовать ГОСТам ЕСТД.

В операционной карте записывается наименование операции и содержание переходов. Против каждого перехода указывается шифр и наименование используемых приспособлений и инструмента. Сборочное оборудование заносится в отдельную графу операционной карты. Название операции дается кратким в повествовательной форме. Переходы записываются в повелительной форме. В конце операционной карты записываются технические требования к операции.

В карте эскизов изображается сборочная единица или ее часть,

подлежащая сборке в данной операции.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Целью лабораторного эксперимента является определение характера влияния конструктивных свойств собираемого изделия на характеристики технологического процесса сборки (т.е. состав и последовательность выполнения операций).

В соответствии с поставленной целью в эксперименте решаются следующие задачи:

оценка влияния конструкции собираемого изделия (сборочной единицы) и технических требований на состав и последовательность сборочных операций;

оценка влияния выбранной базовой сборочной единицы на характеристики технологического процесса сборки;

приобретение навыков проектирования технологического процесса сборки для типовой сборочной единицы.

3. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

При выполнении лабораторного эксперимента студентам выдается задание спроектировать технологический процесс сборки для конкретной типовой сборочной единицы. В качестве объекта сборки выбираются несложные сборочные единицы типа гидронасоса, воздушного редуктора, клапана и т. п. При этом прилагаются: сборочный чертеж, описание конструкции и технические требования на сборку. Используя полученную техническую документацию, студенты проводят технологический анализ чертежа. Для более глубокого изучения конструкции студенты проводят разборку сборочной единицы в соответствии с имеющейся операционной картой разборки.

При составлении схемы сборки вначале студенты намечают несколько вариантов схем с выбором различных базовых деталей. Каждый из намеченных вариантов анализируется с точки зрения выполнения заданных технических требований, удобства сборки, номенклатуры применяемого оборудования и технологической оснастки. После обоснования наиболее целесообразного варианта схемы она изображается в отчете. Далее на составленной схеме сборки в соответствующих

точках вносятся технологические указания о выполнении работ, связанных с подготовкой детали к сборке и контролю сборочных параметров (пример показан на рис. 1.2).

На основе составленной схемы сборки формируется состав операций и определяется их последовательность с последующим оформлением маршрутной карты.

Для сборочных операций оформляются операционные карты сборки, в которых указываются необходимое оборудование и технологическая оснастка, а также назначаются технические требования к операции.

Пользуясь составленными (и утвержденными преподавателем) операционными картами, студенты проводят сборку заданной сборочной единицы, выполняя необходимые контрольные измерения.

4. СОСТАВЛЕНИЕ ОТЧЕТА

В отчете должны быть даны схема сборки, результаты контрольных измерений, проводимых в процессе сборки, и заключение о соответствии сборочных параметров требованиям чертежа. К отчету должны быть приложены маршрутная карта сборки и операционные карты сборки.

5. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что понимается под технологическим процессом сборки? Какие основные операции характеризуют технологический процесс сборки?

2. Какова последовательность проектирования технологического процесса сборки?

3. Какие задачи решаются на этапе технологического анализа чертежа?

4. В чем отличие конструктивной, технологической и конструктивно-технологической сборочной единицы?

5. Что такое схема сборки? Каково назначение схемы сборки? Какова последовательность составления схемы сборки?

6. Из каких основных групп операций состоит технологический процесс сборки изделия? Какими исходными данными руководству-

ются при выборе групп операций и отдельных операций сборки?

7. Какие технические требования предъявляются к сборке заданного изделия (сборочной единицы) при выполнении лабораторного эксперимента?

8. Какие характеристики положены в основу при обосновании выбранного варианта схемы сборки для заданной сборочной единицы?

9. Каким способом контролируются сборочные параметры при сборке заданной сборочной единицы?

10. Какие ваши предложения о возможных вариантах контроля сборочных параметров и способах обеспечения заданной точности сборочных параметров?

6. ПЕРЕЧЕНЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОСНАСТКИ

Приспособления :

подставка для сборки;
приспособление для удержания вала от вращения.

Сборочный инструмент :

ключи специальные (комплект);
ключи плоские $S = 9, 10, 11$;
ключи торцовые $S = 9, 10, 11$.

Мерительный инструмент :

микрометр $0...25$ мм;
нутромер индикаторный $10...25$ мм;
комплект колец для настройки индикаторных часов нутромера;
глубиномер индикаторный;
щуп наборный.