

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

по дисциплине
«Основы технологии машиностроения»
для студентов специальности 1- 36 01 01
«Технология машиностроения»

БРЕСТ 2016

УДК 621.9.02

Методические указания определяют тематику, состав, методику выполнения технологических разработок и правила оформления курсовых проектов студентов по дисциплине «Основы технологии машиностроения». Указания предназначены для оказания помощи студентам специальности 1-36 01 01 в ходе курсового проектирования, а также могут быть полезны инженерно-техническим работникам машиностроительных предприятий.

Составители: О.А. Медведев, доцент, к.т.н.
Н.С. Ялковский, старший преподаватель

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Курсовое проектирование по основам технологии машиностроения является важным этапом технологической и конструкторской подготовки студентов специальности 1-36 01 01.

Целями курсового проектирования являются:

- углубление и закрепление теоретических знаний, полученных при изучении дисциплин технологического профиля и их комплексного использования;
- формирование навыков проектирования технологических процессов сборки машин, использования источников нормативной и справочной информации;
- развитие творческой активности студентов, направленной на усовершенствование техпроцессов для повышения их экономической эффективности.

Для достижения этих целей при проектировании решаются следующие задачи:

- выполнение критического анализа технологии сборки изделия средней сложности, на предприятии - базе первой конструкторско-технологической практики, и выявление путей ее усовершенствования;
- проектирование, логическое и расчетное обоснование усовершенствованного технологического процесса сборки изделия;
- оформление технологической документации техпроцесса сборки изделия.

ТЕМАТИКА, СОСТАВ, ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

Темой курсового проекта обычно является разработка техпроцесса сборки изделий средней сложности. Тема проекта должна отражать реальные задачи, стоящие перед отечественным машиностроением и, в частности, перед предприятием-базой конструкторско-технологической практики, во время которой студентом производился сбор исходных данных для выполнения проекта.

Как правило, каждому студенту назначается индивидуальная тема проекта. Однако в случае выполнения существенных технологических и конструкторских разработок, имеющих практическую или научную значимость, возможно выполнение проекта по одной комплексной теме несколькими студентами. Набор тем курсовых проектов должен ежегодно полностью обновляться.

Техпроцесс, принимаемый для усовершенствования в курсовом проекте, должен содержать не менее 10 технологических переходов, выполняемых различными методами сборки. В качестве объекта производства предпочтительно принимать изделие, изготавливаемое на предприятии (базе практики) в условиях серийного или массового производства, техпроцесс сборки которого подробно описан в технологической документации.

Пример формулировки темы курсового проекта – «Техпроцесс сборки редуктора КСША 40.01.000».

Курсовой проект обычно состоит из **технологического и научно-исследовательского разделов**. В соответствии с конкретной темой в курсовом проекте может преобладать тот или иной раздел, но наличие первого раздела является обязательным. Как правило, в технологическом разделе проводится логические и расчетные обоснования техпроцесса сборки изделия и оформляются их результаты. В научно-исследовательском разделе приводятся методики экспериментальных или теоретических исследований по проблемным вопросам, связанным с темой проекта, и результаты

исследований. Конкретный состав разработок, подлежащих выполнению в каждом разделе проекта, приводится в задании на курсовое проектирование. Каждый раздел должен быть представлен в пояснительной записке и в графической части проекта.

Пояснительная записка должна содержать полную информацию о выполненных технологических и исследовательских разработках. Содержание пояснительной записки должно соответствовать заданию на курсовое проектирование. Объем пояснительной записки обычно составляет 40...50 страниц машинописного текста (шрифт 12...14 pt), содержащего основные разделы проекта (включая обоснования, формулы, таблицы, рисунки) и приложения в виде комплекта документации на спроектированный техпроцесс сборки, спецификации к сборочным чертежам и др.

Графическая часть проекта обычно выполняется на 3...4 листах формата А1 и может включать (по усмотрению руководителя проекта): сборочный чертеж собираемого изделия или отдельной сборочной единицы (1 лист ф. А1); технологические эскизы сборочных переходов или операций (1 лист ф. А1); размерный анализ конструкции изделия и техпроцесса сборки (1 лист ф. А1); результаты научных исследований (до 1 листа ф.А1).

Исходными данными для курсового проектирования являются: конструкторская документация на объект производства (сборочный чертеж изделия или отдельной сборочной единицы и спецификации к ним, технические условия на сборку и испытание изделия, техническое описание изделия и его частей); годовой объем выпуска изделий; число рабочих смен в сутки; заводской (базовый) техпроцесс сборки изделия, или техпроцесс-аналог; конструкторская документация на технологическую оснастку заводского техпроцесса, каталоги на сборочное оборудование и оснастку, нормативы времени, расхода материалов, режимов сборки. Основным источником этих данных являются материалы первой конструкторско-технологической практики. Для повышения творческой активности студентов руководитель может изменить заводскую конструкцию объекта производства, тип производства и другие данные.

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Тема проекта, исходные данные и состав разработок указываются в **задании на курсовое проектирование**. Оно выдается студенту руководителем в течение первой недели семестра, в котором выполняется проект, в соответствии с учебным планом. Пример задания на курсовое проектирование приведен в приложении Б. Исходные данные и формулировки намеченных разработок должны исключать простое копирование заводских технологических решений и не допускать разночтений. Руководитель проекта подписывает составленное задание и ставит дату его выдачи. Студент, подписывая задание, ставит дату принятия его к исполнению. После этого задание утверждается заведующим кафедрой. Получив задание, студент должен сразу же приступить к выполнению проекта, придерживаться графика проектирования и представлять соответствующий объем выполненных работ на каждую аттестацию в течение семестра. Руководитель на еженедельных консультациях помогает студенту овладеть методиками проектирования, указывает источники необходимой информации, контролирует ход выполнения проекта с целью своевременного устранения ошибок и повышения качества проектирования. Студент должен представить руководителю законченный проект, соответствующий заданию на проектирование не позже чем за неделю до начала сессии. Срок сдачи

готового курсового проекта указывается в задании на проектирование. В основных надписях пояснительной записки, спецификаций, листов графической части и в технологических картах должны быть подписи автора проекта. Принимая решение о допуске проекта к защите, руководитель подписывает пояснительную записку и листы графической части, что свидетельствует лишь о возможности их положительной оценки при защите проекта. Курсовой проект защищается студентом перед комиссией из 2-3 преподавателей, назначенных заведующим кафедрой, в число которых входит руководитель проекта. Оценка проекта выставляется коллегиально. При этом учитывается полнота, качество, оригинальность разработок и умение студента обосновывать принятые решения.

СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

После титульного листа (приложение А) и задания на курсовое проектирование в пояснительной записке приводится аннотация курсового проекта, которая содержит краткую информацию об исполнителе и составе проекта, о сущности выполненных работ, их технической и экономической целесообразности. Далее следует **содержание**, то есть перечень разделов, подразделов, пунктов пояснительной записки и приложений к ней. После этого излагается **введение**, в котором указываются состояние и пути развития современного отечественного машиностроения и направления совершенствования методик проектирования техпроцессов, актуальность темы курсового проекта, предполагаемые меры по совершенствованию техпроцесса и ожидаемый технико-экономический эффект. После введения следуют **основные разделы** пояснительной записки, состав и содержание которых описаны далее, а также **заключение**, **список цитируемых источников**, **приложения**.

1 РАЗРАБОТКА ТЕХПРОЦЕССА СБОРКИ ИЗДЕЛИЯ

Проектирование техпроцессов сборки выполняется в последовательности, при которой предшествующие этапы дают необходимую информацию для последующих этапов. Состав этапов проектирования и работы, выполняемые на каждом этапе и описываемые в пояснительной записке проекта, рассмотрены ниже.

1.1 Назначение и конструкция изделия

Указывается наименование и заводской шифр изделия (машины или отдельной сборочной единицы), принятого в качестве объекта производства. Кратко описывается служебное назначение изделия, указываются его габариты, масса, присоединительные элементы, основные технические характеристики. Приводится описание состава и взаимодействия составных частей изделия (сборочных единиц более высоких порядков и деталей) с указанием их позиций на сборочном чертеже. При этом уясняются исполнительные поверхности, основные и вспомогательные конструкторские базы и свободные поверхности изделия. Также следует выявить детали, работающие в наихудших условиях и лимитирующие надежность изделия, а также компенсаторы, размеры которых могут изменяться при пригонке или регулировании для достижения точности важных функциональных размеров изделия.

1.2 Анализ технических условий на изготовление изделия

Технические условия на сборку изделия указываются на его сборочном чертеже текстом или условными обозначениями и в технических описаниях изделия. При этом необходимо расшифровать условные обозначения точности присоединительных размеров, размеров, выдерживаемых при сборке, обозначения посадок, обозначения способов соединения деталей и т. п. Необходимо оценить соответствие состава и численных значений технических условий на сборку изделия условиям его работы. Для этого их сравнивают с условиями на сборку изделий-аналогов, с расчетными или опытными значениями [3, 14]. Следует выявить наиболее важные и ответственные размеры, формируемые при сборке и определяющие функциональную и параметрическую надежность изделия, а также их номинальные значения и предельные отклонения. Примерами таких размеров являются: тепловой зазор между торцом подшипника и торцом крышки подшипникового узла; отклонение от параллельности боковых поверхностей зубьев сопрягаемых колес; отклонение от соосности отверстий шпинделя и пиноли задней бабки токарного станка и т. п.

1.3 Анализ технологичности конструкции изделия

Технологичность – это совокупность свойств изделия, обеспечивающих минимум затрат на его изготовление, эксплуатацию и ремонт. Технологичность конструкции изделия оценивается путем анализа конструкторской документации на это изделие. Анализ технологичности изделия выполняется с целью выявления элементов, сборка которых потребует больших затрат времени или материальных средств. Качественная оценка технологичности производится на основе сравнения конструкции элементов изделия с рекомендуемыми в справочной литературе [1] технологичными аналогами с учетом типа предполагаемого производства.

Качественную оценку технологичности собираемого изделия рекомендуется проводить по следующим критериям:

- возможность сборки машины из обособленных сборочных единиц, собираемых независимо друг от друга и соединяемых по удобным разъемам при неизменном устойчивом положении жесткой базовой детали (корпуса);
- соответствие конструкции изделия условию наличия минимально достаточного числа деталей, необходимых для надежной работы;
- возможность соединения большинства деталей одинаковым способом;
- наличие в изделии максимально возможного числа стандартных и унифицированных сборочных единиц и деталей;
- возможность достижения точности сборки при минимуме пригоночных и регулировочных работ;
- возможность подвода к местам крепления детали механизированного сборочного инструмента;
- возможность захвата и перемещения тяжелых узлов и деталей с помощью грузоподъемных средств.

Проанализировав степень соответствия конструкции изделия всем критериям, формируют общую качественную оценку его технологичности (хорошая, удовлетворительная, плохая).

1.4 Определение типа и формы организации сборочного производства

Тип сборочного производства (единичный, мелкосерийный, среднесерийный, крупносерийный, массовый) предварительно определяется в зависимости от годового (или месячного) объема выпуска изделий и предполагаемой примерной трудоемкости сборки изделия по таблицам, приведенным в [5, 17]. Трудоемкость изделия в часах принимается по материалам конструкторско-технологической практики. При отсутствии сведений о трудоемкости сборки изделия ее приближенно можно определить умножением удельной трудоемкости сборки единицы массы типового оборудования (в час/кг) на массу изделия (она указана на сборочном чертеже). Удельная трудоемкость сборки может быть принята по следующим данным: для прессового оборудования и его узлов – 0,7...1 час/кг; для металлорежущего оборудования и его узлов – 0,7...1,2 час/кг; для двигателей и компрессоров – 1,2...2 час/кг; простые металлические конструкции – 0,5...0,7 час/кг.

Под формой организации сборки понимают определенный порядок выполнения операций техпроцесса сборки во времени и пространстве.

Организационные формы сборки отличаются друг от друга по признакам подвижности – неподвижности изделия и степени ритмичности (поточности) производства.

Стационарная непоточная сборка характеризуется тем, что весь техпроцесс выполняется при неподвижной базовой детали изделия, установленной на одном сборочном стенде, к которому подаются другие комплектующие детали. Если весь техпроцесс сборки производится одним сборщиком, он не разделяется на сборочные операции. При бригадном методе сборки возможна некоторая специализация рабочих на широкой группе сходных сборочных операций. Узкая специализация невозможна из-за необходимости увеличения числа рабочих в бригаде, которые будут мешать друг другу. Такая форма имеет следующие преимущества: возможность обеспечения высокой точности сборки при неподвижном изделии; быстрая и дешевая техническая подготовка производства, не требующая применения дорогих транспортных средств. Недостатками данной формы сборки являются: длительность цикла сборки машины, так как сборочные действия выполняются, в основном, последовательно; потребность в большом числе сборочных позиций при большом объеме выпуска, а, следовательно, большие затраты производственных площадей; необходимость использования высококвалифицированных сборщиков из-за ограничений их количества.

Эта форма применяется в единичном и мелкосерийном производстве крупных машин (турбины, тяжелые станки, большегрузные автомобили, самолеты и др.).

Разновидностью данной организационной формы является стационарная непоточная сборка с **расчленением сборочных работ на узловую и общую сборку**. При этом сборка отдельных сборочных единиц (узлов) может совмещаться по времени. Такая сборка возможна, если конструкция машины соответствует принципу агрегатирования (состоит из конструктивно обособленных частей определенного назначения, которые могут собираться независимо друг от друга). Это обеспечивает дополнительные преимущества: сокращение трудоёмкости сборки машины; возможность специализации рабочих мест узловой сборки, что способствует ее механизации и автоматизации; снижение потребности в высококвалифицированных сборщиках.

Данная разновидность применяется в серийном производстве средних и крупных машин.

Подвижная непоточная сборка характеризуется последовательным перемещением объекта сборки с одного специализированного сборочного рабочего места на другое. На каждом рабочем месте выполняется отдельная сборочная операция. Перемещение

объекта сборки может быть свободным (сборщик после завершения своей операции перемещает изделие к следующему рабочему месту по рольгангу, склизу, или при помощи подъемно-транспортного средства, независимо от перемещения объектов сборки между другими рабочими местами) или принудительным (одновременное перемещение всех собираемых объектов между рабочими местами с помощью конвейера или грузовых тележек, ведомых цепью). Подвижность объекта сборки позволяет повысить специализацию рабочих мест, оснастить их механизированным и автоматизированным оборудованием и оснасткой и тем самым резко увеличить производительность по сравнению с неподвижной сборкой.

Подвижная сборка используется в серийном производстве средних и мелких машин. При этом свободное перемещение характерно для мелкосерийного и серийного производства, а принудительное перемещение характерно для крупносерийного производства.

Подвижная поточная сборка характеризуется принудительным периодическим или непрерывным перемещением объекта сборки и синхронизацией (одинаковой или кратной длительностью) операций, что способствует наибольшей производительности. Эта форма применяется в крупносерийном и массовом производстве.

Поточная стационарная сборка характеризуется тем, что объекты сборки неподвижны, а сборщики по сигналу все одновременно вместе с необходимой оснасткой переходят от одного объекта сборки к другому через интервалы времени, равные такту производства, и выполняют одну и ту же операцию над каждым объектом сборки. Как правило, процесс сборки разбивается на трудоемкие операции, длительность которых сопоставима с рабочей сменой, чтобы минимизировать отношение времени перемещения сборщиков ко времени операции. Применяется в серийном и крупносерийном производстве машин с недостаточно жесткими базовыми деталями (тяжелые станки, грузовые автомобили, самолеты).

С учетом указанного в задании на курсовое проектирование типа сборочного производства, сложности и габаритов машины и указанных рекомендаций по рациональному применению организационных форм сборки следует определить наиболее подходящую форму организации сборки принятого объекта производства.

1.5 Критический анализ заводского техпроцесса

Для проектирования более эффективного техпроцесса заводской техпроцесс подвергается критическому анализу, в ходе которого следует оценить рациональность и приемлемость его элементов для новых условий. Следует оценить рациональность:

- выбора организационной формы сборки и ее соответствие заданному типу производства, сложности, габаритам и массе изделия;
- методов достижения точности сборки (точности важных функциональных размеров изделия);
- методов соединения деталей при сборке (соответствие методов типу производства по производительности, соответствие методов принципу их унификации);
- технологического маршрута (оценить соответствие маршрута принципу технологической предпочтительности, принципу доступности местоположения деталей, порядку формирования сборочных конструкторских размерных цепей, оценить обоснованность распределения технологических переходов по операциям и резервы концентрации переходов в операции, обоснованность хронологии операций);

– технологических операций (соответствие структуры операций новому типу производства, резервы совмещения технологических переходов по времени, правильность выбора оборудования по технологическим возможностям, габаритам рабочей зоны, мощности, правильность выбора сборочной оснастки, обоснованность режимов сборки и норм времени, уровень загрузки оборудования по сравнению с нормативным).

При описании критического анализа приемлемые технологические решения отмечают кратко. Неприемлемые решения следует описать более подробно с объяснением их недостатков и наметить способы усовершенствования техпроцесса. Для наглядности описание заводского техпроцесса приводят в виде таблицы (например, таблица 1). В ней приемлемые технологические решения отмечают знаком «+», а неприемлемые – знаком «-».

Таблица 1 – Критический анализ заводского техпроцесса

№ операции	Наименование и содержание операций	Оборудование	Приспособление	Сборочный инструмент	Средства контроля
005					
010					

1.6 Размерный анализ конструкции изделия

Размерный анализ конструкции изделия производится для выбора рациональных методов достижения точности основных функциональных геометрических параметров изделия, для корректировки и обоснования технических условий на изготовление его деталей, для получения информации, необходимой при обосновании последовательности соединения деталей.

1.6.1 Выявление и обоснование сборочных конструкторских размерных цепей

Один из наиболее важных и ответственных размеров, формируемых при сборке и определяющих функциональную и параметрическую надежность изделия, выявленный в п. 1.2, следует принять в качестве исходного звена сборочной конструкторской размерной цепи и обоснованно выявить составляющие звенья этой цепи в соответствии с методикой, изложенной в [6]. Выявление такой цепи следует выполнить в следующем порядке:

- 1) уяснить, каким двум деталям принадлежат границы исходного (замыкающего) звена;
- 2) выявить и обосновать составляющие звенья цепи, то есть размеры деталей изделия, от которых зависит значение принятого исходного (замыкающего) звена, указать границы составляющих звеньев и детали, которым они принадлежат;
- 3) построить схему сборочной конструкторской размерной цепи;
- 4) выявить увеличивающие и уменьшающие составляющие звенья;
- 5) определить номинальные значения составляющих звеньев из чертежей деталей и технологических условий на сборку или измерением на сборочном чертеже;
- 6) проверить условие замкнутости размерной цепи:

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^n \bar{A}_i - \sum_{i=1}^m \tilde{A}_i, \quad (1)$$

где A_{Δ} – номинальное значение исходного (замыкающего) звена;

$\sum_{i=1}^n \bar{A}_i$ – сумма всех увеличивающих звеньев цепи;

$\sum_{i=1}^m \bar{A}_i$ – сумма всех уменьшающих звеньев цепи;

n – число увеличивающих звеньев цепи;

m – число уменьшающих звеньев цепи.

Примеры выявления сборочных конструкторских размерных цепей приведены в пособиях [6, 18].

1.6.2 Выбор метода достижения точности сборки

В первую очередь следует уяснить предполагаемый конструктором изделия метод достижения точности замыкающего звена выявленной конструкторской сборочной цепи. На него могут указывать наличие и вид компенсаторов, технические требования о допустимой доле бракованных изделий, или о числе групп сортировки комплектующих деталей. При отсутствии таких сведений в конструкторской документации выбор метода достижения точности замыкающего звена осуществляется в следующей последовательности:

1) определяют среднее значение составляющего звена

$$A_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{m+n} A_i}{m+n} \quad (2)$$

где A_i – номинальное значение i -го составляющего звена

n – число увеличивающих звеньев цепи;

m – число уменьшающих звеньев цепи;

2) определяют среднее значение допуска составляющих звеньев

$$TA_{cp} = \frac{TA_{\Delta}}{1,2 \cdot \sqrt{m+n}} \quad (3)$$

где TA_{Δ} – допуск замыкающего звена, принятый из технических условий на сборку или указанный в задании на курсовой проект;

3) по таблицам стандартных допусков, учитывая найденные значения A_{cp} и TA_{cp} , определяется средний квалитет точности составляющих звеньев;

4) по числу составляющих звеньев и среднему квалитету их точности выбирают метод достижения точности сборки по следующим рекомендациям:

– при $m \leq 3$ и № кв. ≥ 9 следует применять метод полной взаимозаменяемости для всех типов производства;

– при $m \geq 4$ и № кв. ≥ 10 следует применить метод неполной взаимозаменяемости для всех типов производства;

– если предыдущие условия не выполняются, то для единичного и мелкосерийного производства применяют метод пригонки, а для остальных типов производства применяют метод регулирования;

– при невозможности использования методов пригонки и регулирования (не обеспечивается требуемая точность замыкающего звена, наличие конструктивных ограничений и т. п.) применяют метод групповой взаимозаменяемости.

Точность замыкающих звеньев угловых размерных цепей, как правило, обеспечивается методами полной и неполной взаимозаменяемости, так как другие методы трудны в реализации.

1.6.3 Расчет сборочной размерной цепи.

Корректировка технических условий изготовления деталей изделия

С учетом принятого метода достижения точности замыкающего звена следует использовать соответствующий метод расчета сборочной размерной цепи.

При достижении точности замыкающего звена методом полной взаимозаменяемости следует сначала выполнить проектный расчет размерной цепи методом максимума-минимума для определения допусков и предельных значений составляющих звеньев, исходя их заданных допусков и предельных значений замыкающего (исходного) звена, а затем выполнить проверочный расчет цепи. Расчет цепи следует выполнять по методике, изложенной в [7, 13].

При достижении точности замыкающего звена методом неполной взаимозаменяемости следует сначала выполнить проектный расчет размерной цепи теоретико-вероятностным методом для определения допусков и предельных значений составляющих звеньев, исходя их заданных допусков и предельных значений замыкающего (исходного) звена, а затем выполнить проверочный расчет цепи. Расчет цепи следует выполнять по методике, изложенной в [7, 13].

При достижении точности замыкающего звена методом пригонки расчет размерной цепи следует выполнять в следующем порядке:

1. Выбрать компенсатор из числа составляющих звеньев;
2. Принять одну из типовых схем компенсации расширенного суммарного допуска составляющих звеньев, учитывая вид компенсатора (увеличивающий или уменьшающий);
3. Назначить допуски и предельные отклонения на все составляющие звенья, кроме компенсатора (на звенья, принадлежащие стандартным деталям, – по соответствующим стандартам, на звенья точных сопряжений – по рекомендациям [3, 14], а на остальные составляющие звенья – по 11...12 квалитетам с предельными отклонениями увеличивающих звеньев, как для основных отверстий, и на уменьшающие звенья, как для основных валов);
4. Определить состав деталей изделия и элементов сборочной оснастки, которые будут собираться при предварительной сборке, необходимой для определения размера компенсатора в каждом экземпляре изделия. Описать предварительную сборку изделия с эталоном замыкающего звена;
5. Выявить технологическую сборочную размерную цепь, возникающую при предварительной сборке изделия с эталоном;
6. Назначить допуск эталона замыкающего звена и определить погрешность установки эталона в изделие;
7. Выбрать средство измерения местоположения компенсатора и определить погрешность этого измерения;
8. Выбрать способ пригонки компенсатора и определить погрешность пригонки;

9. Определить технологический допуск компенсатора, проверить выполнение условия достижения точности замыкающего звена и при необходимости скорректировать выбор допуска эталона, средства измерения местоположения компенсатора и способа пригонки для выполнения условия достижения точности замыкающего звена;

10. Определить предельные размеры компенсатора;

11. Определить максимальный припуск на пригонку компенсатора;

12. Проверить правильность расчетов предельных размеров компенсатора.

Указанные пункты расчета размерной цепи следует выполнять по методике, изложенной в [8].

При достижении точности замыкающего звена методом регулирования расчет размерной цепи следует выполнять в следующем порядке:

1. Выбрать компенсатор из числа составляющих звеньев;

2. Принять одну из типовых схем компенсации расширенного суммарного допуска составляющих звеньев, учитывая вид компенсатора (увеличивающий или уменьшающий);

3. Назначить допуски и предельные отклонения на все составляющие звенья, кроме компенсатора (на звенья, принадлежащие стандартным деталям, – по соответствующим стандартам, на звенья точных сопряжений – по рекомендациям [3,14], а на остальные составляющие звенья – по 11...12 квалитетам с предельными отклонениями увеличивающих звеньев, как для основных отверстий, и на уменьшающие звенья, как для основных валов);

4. Определить состав деталей изделия и элементов сборочной оснастки, которые будут собираться при предварительной сборке, необходимой для определения размера компенсатора в каждом экземпляре изделия. Описать предварительную сборку изделия с эталоном замыкающего звена;

5. Выявить технологическую сборочную размерную цепь, возникающую при предварительной сборке изделия с эталоном;

6. Назначить допуск эталона замыкающего звена и определить погрешность установки эталона в изделие;

7. Выбрать средство измерения местоположения компенсатора и определить погрешность этого измерения;

8. Выбрать допуск изготовления компенсаторов в комплекте на один экземпляр изделия;

9. Определить погрешность формирования размера компенсатора при предварительной сборке изделия;

10. Определить значение ступени компенсации;

11. Определить число компенсаторов в комплекте на одно изделие;

12. Определить средние размеры компенсаторов каждой ступени;

13. Определить предельные размеры компенсаторов каждой ступени;

14. Выполнить проверку правильности размеров компенсаторов.

При достижении точности замыкающего звена методом групповой взаимозаменяемости расчет размерной цепи следует выполнять в следующем порядке:

1. Рассчитать расширенный допуск замыкающего звена (равный сумме расширенных технических и экономически приемлемых допусков составляющих звеньев), исходя из заданного в технических условиях сборки конструкторского допуска замыкающего звена TA_{Δ} и рекомендуемого числа групп сортировки составляющих звеньев $p \leq 4...5$ [13,19],

$$TA_{\Delta} = IA_{\Delta} \cdot p \quad (4)$$

2. Определить расширенные допуски увеличивающих составляющих звеньев цепи так, чтобы их сумма была равна половине расширенного допуска замыкающего звена. Если в цепь входит более трех увеличивающих звеньев, то для распределения половины расширенного допуска замыкающего звена на увеличивающие составляющие звенья следует использовать принцип проектного расчета размерной цепи методом максимума-минимума и принцип допусков одного качества [7]. При меньшем числе увеличивающих звеньев их расширенные допуски можно определить путем простого подбора из таблицы допусков [2, 7]. При необходимости стандартные допуски составляющих звеньев можно корректировать, добиваясь точного равенства их суммы половине расширенного допуска замыкающего звена. Аналогично следует определить расширенные допуски уменьшающих составляющих звеньев, добиваясь точного равенства их суммы второй половине расширенного допуска замыкающего звена. При этом технически и экономически приемлемыми считаются допуски составляющих звеньев, принятые по 9...11 квалитетам. При получении более грубых квалитетов допусков следует уменьшить число групп сортировки (для снижения трудоемкости сортировки) и заново определить расширенные допуски составляющих звеньев. Равные половины допуска замыкающего звена, распределенные на увеличивающие и уменьшающие звенья, обеспечивают одинаковые средние значения замыкающих звеньев во всех группах сортировки.

3. Определить средние отклонения, предельные отклонения и предельные значения всех звеньев цепи с учетом расширенных допусков по пунктам 7...10 проектного расчета размерных цепей методом максимума-минимума [7]. При этом среднее значение замыкающего звена с расширенным допуском принимается равным среднему значению замыкающего звена с конструкторским допуском.

4. Определить величину группового допуска для каждого составляющего звена и замыкающего звена делением соответствующего расширенного допуска на принятое число групп сортировки.

5. Определить предельные отклонения каждого составляющего звена и замыкающего звена во всех группах сортировки с учетом примыкания полей групповых допусков друг к другу. При этом верхнее отклонение в первой группе сортировки конкретного звена равно сумме нижнего отклонения расширенного поля допуска этого звена и группового допуска этого звена. Нижнее отклонение второй группы сортировки равно верхнему отклонению первой группы сортировки. Верхнее отклонение второй группы сортировки равно сумме нижнего отклонения этой группы и группового допуска этого звена. Аналогично определяются предельные отклонения для всех остальных групп сортировки этого звена. Верхнее отклонение последней группы сортировки должно быть равно верхнему отклонению расширенного поля допуска этого звена.

6. Определить предельные значения каждого составляющего звена и замыкающего звена во всех группах сортировки по пункту 10 проектного расчета размерных цепей методом максимума-минимума [7].

7. Выполнить проверку правильности расчетов предельных значений составляющих звеньев для первой и последней групп сортировки по пункту 11 проектного расчета размерных цепей методом максимума-минимума [7] с использованием соответствующих групповых предельных значений всех звеньев.

8. Примеры расчетов размерных цепей при достижении точности замыкающего звена методом групповой взаимозаменяемости приведены в [13, 19].

1.7 Выбор методов соединения деталей при сборке

Метод соединения деталей при сборке выбирают с учетом типа их сопряжения и типа производства. В технических условиях на сборку и на сборочных чертежах указываются тип посадок, жесткость и плотность стыков, моменты затяжки резьбовых соединений, точность балансировки и др. Выбираемые методы должны обеспечить указанные требования качества сопряжений и требуемый уровень производительности для принятого типа производства. По возможности следует стремиться к унификации методов соединения деталей, чтобы уменьшить разнообразие применяемого сборочного оборудования и оснастки.

Подвижные соединения при посадках с зазором осуществляются сопряжением деталей вручную без усилий и без использования механизмов (за исключением грузоподъемных средств).

Неподвижные разборные соединения (соединения по переходным посадкам, резьбовые соединения) при большом объеме выпуска изделий выполняются с использованием винтовых, пневматических, прессов, механизированных гайковертов и винтовертов либо вручную, при малом объеме выпуска.

Большим разнообразием отличаются методы получения неподвижных неразборных соединений деталей. Такие соединения осуществляются сваркой, пайкой, склеиванием, склепыванием, запрессовкой, соединением сопрягаемых деталей с нагревом или охлаждением одной из них. В том случае, когда метод соединения деталей однозначно не задан в конструкторской документации, технолог выбирает тот метод соединения, который обеспечит требуемое качество соединения с максимальной производительностью и минимальными затратами. При этом следует учитывать особенности каждого метода, возможный уровень механизации и автоматизации оборудования для его реализации, сравнительный уровень затрат на его выполнение. На этом этапе также следует выбрать методы выполнения других сборочных работ: измерения и регулировки положения деталей, балансировки деталей и сборочных единиц, методы испытания изделия.

Методы измерения местоположений компенсаторов, методы пригонки и регулировки выбираются из условий достижения точности сборки, принятых в пункте 1.6.3. Методы контроля и испытаний выбираются в зависимости от назначения изделия, набора и точности контролируемых параметров [14].

1.8 Определение последовательности соединения деталей и сборочных единиц. Составление схем сборки

В большинстве случаев сборка разделяется на общую и узловую. В первую очередь определяют последовательность общей сборки, а затем последовательность сборки каждого из узлов. Принципы определения последовательности общей и узловой сборки одинаковы. Последовательность сборки определяют с учетом следующих факторов: структура конструкторских и технологических сборочных размерных цепей; методы достижения точности сборки; виды сопряжений деталей; доступность местоположения деталей.

В большинстве случаев сборка начинается с установки на сборочный стенд или конвейер базовой детали (корпус или рама), к которой в дальнейшем присоединяются другие детали и сборочные единицы. В первую очередь к базовой детали рекомендуется присоединять детали и узлы, входящие в большинство конструкторских размерных цепей изделия. Затем следует сформировать наиболее ответственную и сложную конструкторскую размерную цепь. Далее формируются другие размерные цепи в порядке уменьшения ответственности и сложности. В пределах каждой размерной цепи при ис-

пользовании методов полной и неполной взаимозаменяемости сборку начинают с деталей, примыкающих к базовой, которые входят в ветвь цепи, не содержащую замыкающего звена, и завершают цепь установкой детали, поверхности которой является границами замыкающего звена. При методе пригонки и регулирования предварительно выполняют сборку-разборку изделия с эталоном замыкающего звена, формируют технологическую сборочную размерную цепь, определяют размер компенсатора, а затем формируют по указанным правилам конструкторскую размерную цепь.

В ряде случаев приходится отступать от указанных принципов формирования размерной цепи при сборке, если ранее установленные детали будут затруднять доступ к местоположению деталей, установка которых планируется позже. В таких случаях нужно корректировать последовательность формирования размерной цепи.

На последовательность соединения деталей оказывает влияние вид их сопряжения. В первую очередь выполняются неподвижные неразъемные соединения, для получения которых требуется механизированное оборудование. Полученное неподвижное неразъемное соединение деталей в дальнейшем используют как сборочные единицы при формировании сборочной размерной цепи.

В большинстве случаев целесообразно сначала устанавливать более крупные и массивные детали и сборочные единицы, а в последнюю очередь устанавливают мелкие, легкоповреждаемые детали, если это не противоречит другим принципам.

Также последовательность соединения деталей следует определять, исходя из условия минимизации числа поворотов и кантования базовой детали (или полуфабриката).

Обоснование и результаты выбора последовательности соединения деталей (хронологии сборочных переходов) описываются лаконично в логической последовательности.

Выявленная с учетом всех указанных правил последовательность соединения деталей изображается в виде технологической схемы сборки. Схема сборки является наглядным представлением последовательности сборки. Рекомендуется сначала составлять схему общей сборки, а затем схемы узловой сборки (схемы сборки отдельных сборочных единиц). При достижении точности сборки методом пригонки или методом регулирования неподвижного компенсатора следует также определить состав и последовательность предварительной сборки – разборки фрагмента изделия для определения требуемого размера компенсатора. В некоторых случаях приходится составлять схему промежуточной сборки полуфабрикатов нескольких деталей для их совместной обработки (частный случай пригонки). Правила составления схем сборки одинаковы для всех видов сборки и приводятся в описании оформления графической части курсового проекта. Примеры составления схем сборки приведены в [4, 10, 17].

1.9 Выбор технологических баз для сборки. Составление схем базирования изделия при сборке

При проектировании техпроцесса сборки необходимо обоснованно выбрать технологические базы корпусной детали изделия и собираемого изделия, которые будут использоваться для их ориентации на сборочном оборудовании и сборочных стендах при выполнении сборочных работ.

При выборе технологических баз для сборки следует руководствоваться следующими правилами:

– следует соблюдать принцип совмещения технологических баз с измерительными базами получаемых при сборке размеров изделия. Это способствует повышению точности получаемых размеров;

– следует соблюдать принцип совмещения технологических баз с транспортными базами, что позволит избежать поворотов и кантования изделия при его переносе с транспортного средства на сборочное оборудование;

– следует соблюдать принцип постоянства технологических баз изделия при выполнении разных сборочных работ, что способствует сокращению разнообразия применяемой сборочной оснастки;

– следует выбирать базы с учетом обеспечения удобного подвода и доступа всех намеченных для присоединения деталей и сборочных инструментов к их местоположению при выполнении сборочных работ. Это способствует концентрации сборочных переходов в меньшее число операций;

– принимаемые технологические базы должны обеспечить устойчивое положение изделия и надежность его закрепления для выполнения сборочных работ.

Творчески применяя данные правила, следует выбрать и обосновать минимально достаточное количество комплектов технологических баз, достаточных для базирования изделия по шести координатным направлениям при выполнении всех сборочных переходов.

Результаты выбора баз для всех сборочных переходов оформляются в виде схем базирования и закрепления с учетом рекомендаций [5]. Следует обосновать число опорных точек, приложенных к каждой технологической базе с учетом ее габаритов и числа координат, по которым база способна точно ориентировать деталь (числу лишаемых степеней свободы) в соответствии с ГОСТ 21495-76. Места приложения и направления сил зажима выбирают с учетом обеспечения плотного контакта баз с установочными элементами приспособления (силового замыкания), исключения произвольной смены баз, исключения больших деформаций изделия, обеспечения доступа инструмента к местоположению соединяемых деталей. После этого намечают состав установочных и зажимных элементов, необходимый для реализации каждой схемы базирования и закрепления. Условные обозначения зажимов на схемах должны соответствовать ГОСТ 3.1107-81.

1.10 Составление технологического маршрута сборки

Под технологическим маршрутом сборки понимают состав и последовательность выполнения сборочных операций. Для его разработки все сборочные переходы (наборы действий для выполнения отдельных сборочных соединений) следует распределить по отдельным сборочным операциям, с учетом выявленной ранее последовательности соединения деталей.

В состав отдельной сборочной операции обычно включают хронологически близкие и однородные сборочные переходы, требующие одинакового оборудования и оснастки и выполняемые при одинаковом положении базовой детали на сборочном стенде или конвейере. Рекомендуется в отдельные операции выделять сортировку, пригонку, испытания, контроль, так как для их выполнения требуются особые условия, оборудование и оснастка. Степень концентрации переходов в сборочных операциях зависит от сложности конструкции изделия, разнообразия видов сопряжений деталей, типа производства и организационной формы сборки, методов достижения точности сборки и необходимого уровня механизации и автоматизации сборки. При ручной сборке преобладают концентрированные операции. Для облегчения механизации и автоматизации операций часто приходится снижать уровень концентрации сборочных переходов в операциях. При по-

точной сборке состав операций определяют с учетом обеспечения их синхронизации (длительность всех операций должна быть равна или кратна такту производства).

На этом этапе могут корректироваться ранее принятые методы соединения деталей и технологические базы для рациональной концентрации переходов в операции.

Обоснование и результаты распределения сборочных переходов по отдельным операциям следует описать лаконично в логической последовательности.

После распределения сборочных переходов по операциям каждой операции следует присвоить порядковый номер и наименование, с учетом содержания преобладающих в ней переходов.

Нумерация операций производится арабскими цифрами по порядку их выполнения, начиная с номера 5 или 10, с шагом в 5 или 10 номеров соответственно (5,10,15..., или 10, 20, 30...). Наименование каждой операции должно соответствовать «Классификатору технологических операций машиностроения и приборостроения 1 85 187», выдержки из которого приведены в [9].

1.11 Разработка сборочных операций

В этом подразделе решаются следующие задачи: выбор и обоснование структур сборочных операций; выбор и обоснование технологического сборочного и вспомогательного оборудования; выбор и обоснование средств технологического оснащения (сборочных приспособлений, слесарно-сборочных и вспомогательных инструментов, средств измерения и контроля, средств механизации и автоматизации); разработка операционных эскизов сборки, карт наладки сборочного оборудования; заполнение маршрутных и операционных карт, карт контроля и другой технологической документации.

Под структурой сборочной операции понимают порядок выполнения технологических и вспомогательных переходов, входящих в ее состав, их распределение по установам и позициям.

Структуры концентрированных операций различают: по числу одновременно собираемых экземпляров изделий (одноместные и многоместные); по числу применяемых инструментов (одноинструментные и многоинструментные); по порядку выполнения технологических переходов (последовательные, параллельные, параллельно-последовательные). Наибольшую производительность обеспечивают параллельные и параллельно-последовательные многоинструментные, многоместные структуры. Однако для их реализации требуется сложное специализированное оборудование и оснастка, которые экономически целесообразно использовать лишь в крупносерийном и массовом производстве. В средне- и мелкосерийном производстве экономически предпочтительнее последовательная структура операций, выполняемых вручную с использованием несложных приспособлений и инструментов. На выбор структуры также влияют габариты, масса, жесткость, точность изделия. Малые габариты изделия ограничивают возможность многоинструментной параллельной сборки. Большие габариты и масса изделия затрудняют многоместную сборку. При малой жесткости и высокой точности изделия обычно неприемлема многоинструментная параллельная сборка, так как она сопровождается большими силовыми нагрузками. В таком случае может потребоваться снижение режимов сборки, следствием чего будет понижение производительности. В поточном производстве уровень концентрации операций следует выбирать с учетом обеспечения их синхронизации. Слишком высокая концентрация операций может привести к увеличению затрат на обслуживание необходимого сложного оборудования. С учетом принятых структур операций корректируют технологический маршрут и выбор оборудования

Сборочное оборудование следует разделять на технологическое и вспомогательное. Технологическое оборудование предназначено для создания движений, сил, температур, требуемых для соединения деталей, контроля и испытания изделия. В качестве технологического сборочного оборудования используются: механические, пневматические, гидравлические прессы, стационарные установки для навинчивания винтов или гаек, электросварочные установки, машины стыковой и точечной сварки и др.

Вспомогательное оборудование предназначено для межоперационного транспортирования собираемого изделия и для его дополнительных поворотов и кантования. В качестве вспомогательного оборудования в техпроцессах сборки обычно используют: рельсовые и безрельсовые тележки, рольганги, конвейеры, кран-балки, поворотные краны, механические, пневматические, гидравлические подъемники и кантователи и др.

Выбор технологического сборочного оборудования для отдельной операции проводят с учетом следующих факторов:

- тип оборудования должен соответствовать преобладающему методу соединения деталей или виду контроля или испытания;
- количество и расположение рабочих органов оборудования, состав рабочих движений должны соответствовать составу сборочных переходов;
- тип управления (ручное, ЧПУ, с жесткими программносителями) и степень автоматизации оборудования должны соответствовать типу и организационной форме сборочного производства и требуемому уровню производительности;
- габариты рабочей зоны оборудования должны соответствовать габаритам собираемого изделия (без большого запаса);
- диапазоны регулирования режимов работы оборудования должны соответствовать требуемым режимам сборки;
- минимальная стоимость принимаемого оборудования по сравнению с аналогичными по технологическим возможностям моделями.

Необходимые для выбора сборочного оборудования технические данные приводятся в паспортах оборудования, каталогах, справочниках [4, 10, 16, 17].

На этом этапе могут корректироваться ранее принятые методы выполнения соединений деталей и технологические базы с учетом рациональной концентрации переходов в операции и технологических возможностей принятого оборудования.

Выбор сборочного приспособления, предназначенного для базирования и закрепления базовой детали или собираемого изделия, начинают с определения системы (УБП, УСП, СРП, УНП, СНП, НСП), к которой оно должно относиться. Сначала выясняют возможность применения УБП (треххулачковые и четыреххулачковые патроны, планшайбы, центры, поводковые патроны, машинные и слесарные тиски, магнитные плиты и патроны и т. д.), так как они стандартизованы, производятся централизованно и поэтому дешевле. Их конструкции и характеристики приведены в [16]. Если конструкция какого-либо стандартного универсально-безналадочного приспособления подходит по требуемой схеме базирования и закрепления, по размерам технологических баз устанавливаемого изделия, по требуемому уровню производительности установки, то ей следует отдать предпочтение.

Если применение УБП нерационально или технически невозможно, то систему приспособлений выбирают по графику зон рационального применения систем приспособлений, в соответствии с ГОСТ 14.305-73 [16].

В случае выбора системы УСП или СРП, состоящих из комплекта нормализованных деталей и сборочных единиц, с учетом типа сборочного оборудования, схемы базирова-

ния и закрепления изделия выбирают состав и компоновку приспособления, используя альбомы типовых компоновок.

В случае выбора УНП, СНП, НСП следует кратко описать его предполагаемую конструкцию (схема базирования и закрепления, состав установочных и зажимных элементов, требования к конструкции).

Выбор сборочного инструмента (гаечные ключи и головки, гайковерты и винтоверты, клепальные молотки, бойки, сварочные электроды, паяльники и др.) начинают с обоснования вида, формы и размеров его рабочей части, с учетом формы и размеров соединяемых деталей, принятого метода соединения деталей, доступа инструмента к соединяемым деталям, структуры операции, желательного направления прикладываемой силы. Далее определяют форму и размеры державки или хвостовика инструмента, которые, по возможности, должны соответствовать форме и размерам посадочного места под инструмент принятого сборочного оборудования. Предпочтение следует отдавать стандартным и нормализованным инструментам [4, 10, 16, 17]. Применение специального инструмента возможно в условиях серийного, крупносерийного и массового производства, но требует технико-экономического обоснования.

Конструкции многих **вспомогательных инструментов** (оправки, инструментальные патроны, переходные втулки и др.) стандартизованы и выбираются по соответствующим стандартам [4, 10, 16]. При этом вспомогательные конструкторские базы выбираемого вспомогательного инструмента должны по форме и размерам соответствовать установочным элементам сборочного инструмента, а основные конструкторские базы должны соответствовать гнездам рабочих органов сборочного оборудования. При необходимости использования специального вспомогательного инструмента следует обосновать и кратко описать особенности его конструкции и его преимущества.

Выбор средств контроля, используемых при сборке, начинают с обоснования организационно-технической формы контроля. При выборочном контроле систематично проверяется определенная доля объектов производства (например, каждый десятый). Такой контроль выполняется сборщиком или контролерами при стабильно работающем техпроцессе, с целью снижения затрат на контроль. Сплошной контроль применяется во время или после операций, на которых вероятен брак и для оценки особо ответственных параметров изделия. Контроль может осуществляться путем измерения действительного значения параметра и сравнения его с численными значениями допустимых пределов или без измерения, когда контролируемый параметр непосредственно сравнивается с физическими моделями допустимых пределов в виде калибров, шаблонов, электроконтактных датчиков. Способ контроля выбирают с учетом вида контролируемого параметра, типа производства, организационно-технической формы контроля. В единичном и мелкосерийном производстве при выборочном и сплошном контроле обычно используют универсальные измерительные средства (при возможности реализации требуемой схемы измерения), обеспечивающие невысокую производительность контроля. В серийном производстве универсальные измерительные средства можно применять при выборочном контроле, а специальные контрольные средства (калибры, шаблоны, контрольные приспособления) – при сплошном контроле. В массовом производстве при выборочном и сплошном контроле целесообразно использовать механизированные и автоматизированные специальные контрольные устройства.

Затем выбирается конкретная конструкция (модель) контрольного средства, с учетом требуемой схемы измерения параметра изделия и его точности. Типовые схемы измерения геометрических параметров изделий и средства для их реализации приведены

в [14]. Применение дешевого измерительного средства с большой погрешностью измерения может привести к ошибочному заключению о годности детали. С другой стороны, применение точного, но дорогого и сложного в эксплуатации средства измерения приведет к увеличению себестоимости детали. Результат измерения признается достоверным, если погрешность измерения Δ_n не превышает допустимого значения $[\Delta_n]$, принимаемого по ГОСТ 8.051-81 в зависимости от допуска контролируемого параметра [14, 16]. Погрешности измерения универсальными измерительными средствами приведены в [14, 16]. Экономически целесообразно, чтобы разность между $[\Delta_n]$ и Δ_n была минимальна.

В большинстве случаев для механизации и автоматизации сборки приходится разрабатывать специальное оборудование и оснастку. Для этого технолог должен составить техническое задание на его разработку.

1.12 Определение режимов сборки

Для механизированной сборки определяются режимы (усилия запрессовки, моменты затяжки резьбы, температуры нагрева или охлаждения, напряжение и сила электрического тока и т. п.) с применением соответствующих методик, изложенных в справочной литературе [4, 10, 17]. По результатам определения режимов сборки корректируется выбор технологического сборочного оборудования.

При ручной сборке основным режимом является основное время сборочной операции.

1.13 Определение норм времени сборочных операций

В массовом производстве затраты времени на выполнение одной операции над одним объектом производства определяются нормой штучного времени

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{тех.обс.} + T_{орг.обс.} + T_{отд}, \text{ МИН}, \quad (5)$$

где T_o – основное время, затрачиваемое на выполнение основных технологических переходов; T_v – время на вспомогательные переходы, выполняемые рабочим и оборудованием и необходимые для подготовки и обслуживания основных переходов; $T_{тех.обс.}$ и $T_{орг.обс.}$ время на техническое и организационное обслуживание рабочего места, соответственно; $T_{отд}$ – время на отдых и личные потребности рабочего.

Первые два слагаемых определяют затраты времени на действия, повторяющиеся при сборке каждого изделия. Так как обслуживание рабочего места и отдых происходят реже выпуска изделий, то остальные слагаемые являются долями соответствующих затрат времени, приходящимися на одно изделие.

В серийном производстве затраты времени на выполнение одной операции над одним объектом производства задаются нормой штучно-калькуляционного времени

$$T_{шт.к} = T_{шт} + T_{пз} / m, \text{ МИН}, \quad (6)$$

где $T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, затрачиваемое на действия рабочих по подготовке рабочего места для сборки партии одинаковых изделий и на действия после сборки партии, приводящие рабочее место к исходному состоянию; m – число изделий в партии.

Особенность нормирования сборочных операций вызвана тем, что в большинстве случаев основное и вспомогательное время затрачивается на ручные действия сборщиков, а доля машинного времени относительно мала. Затраты времени на ручные дейст-

вии невозможно определить аналитически и приходится пользоваться статистически выверенными данными по затратам времени на ручные сборочные действия, сведенные в соответствующие машиностроительные нормативы [11, 12].

Норма времени на отдельную операцию определяется в следующем порядке:

1. Выявляются все элементы основных и вспомогательных переходов (действия рабочих органов оборудования, приемы и действия сборщика в процессе операции) и условия их выполнения.

2. Все выявленные элементы распределяются по виду сборочных действий на три группы в соответствии с перечнями действий разделов 4.2, 4.3, 4.4 нормативов [11, 12].

3. Определяется оперативное время каждого из выявленных сборочных действий по таблицам разделов 4.2, 4.3, 4.4 указанных нормативов.

4. Определяется общее оперативное время действий в каждой из трех групп, как сумма несомещаемых времен соответствующих сборочных действий.

5. По тем же нормативам определяется доля времени на обслуживание рабочего места $\alpha_{обс}$, доля времени на отдых $\alpha_{отд}$ и доля подготовительно-заключительного времени (для серийного производства) $\alpha_{пз}$, в процентах от оперативного времени.

6. Определяются коэффициенты: типа производства; числа приемов, выполняемых одним рабочим; числа сборочных единиц (деталей) в партии; условий выполнения сборочных работ.

7. Определяют норму штучного времени сборочной операции для массового или крупносерийного производства по формуле

$$T_{шт.к} = (T_{оп2} + T_{оп3} + T_{оп4} \cdot \kappa) \cdot \left(1 + \frac{\alpha_{обс} + \alpha_{отд}}{100}\right) \cdot \kappa_1 \cdot \kappa_2, \text{ мин}, \quad (7)$$

где $T_{оп2}$, $T_{оп3}$, $T_{оп4}$ – суммарное оперативное время на сборочные действия, отнесенные к разделам нормативов 4.2, 4.3, 4.4 соответственно, мин;

κ – коэффициент, учитывающий тип производства;

κ_1 – коэффициент, учитывающий число приемов, выполняемых одним сборщиком;

κ_2 – коэффициент, учитывающий число сборочных единиц (деталей) в партии;

$\alpha_{обс}$ – доля времени на обслуживание рабочего места, в процентах от оперативного времени;

$\alpha_{отд}$ – доля времени на отдых в процентах от оперативного времени.

Определяют норму штучно-калькуляционного времени (для среднесерийного производства) по формуле

$$T_{шт.к} = (T_{оп2} + T_{оп3} \cdot \kappa + T_{оп4}) \cdot \left(1 + \frac{\alpha_{пз} + \alpha_{обс} + \alpha_{отд}}{100}\right) \cdot \kappa_1 \cdot \kappa_2, \quad (8)$$

где $\alpha_{пз}$ – доля подготовительно-заключительного времени, в процентах от оперативного времени;

κ_3 – коэффициент, учитывающий условия выполнения работ.

При нормировании поточной сборки в состав $T_{шт}$ дополнительно включается время на перемещение собираемого изделия при периодически движущемся конвейере или время на возвращение рабочего на исходную позицию при непрерывно движущемся конвейере.

Для поточной сборки следует определить такт производства делением годового фонда времени работы оборудования (4140 часов при двухсменной работе) на годовой объем выпуска изделия. Переведя значение такта в минуты, следует сравнить с ним штучные времена сборочных операций. Если штучное время превышает такт больше чем на 3% или меньше такта более чем на 5%, следует скорректировать структуру, режимы такой операции или число оборудования и рабочих для ее выполнения, то есть обеспечить синхронизацию операций.

Для одной операции техпроцесса определение нормы времени следует описать подробно. Результаты нормирования всех операций сводятся в таблицу. В строках таблицы следует указать составляющие штучного или штучно-калькуляционного времени, распределив их по столбцам: T_0 , T_a , $T_{оп}$, $T_{тех. обс.}$, $T_{орг. обс.}$, $T_{отд.}$, $T_{шт.}$, $T_{пз}$, $T_{шт.к}$.

1.14 Определение количества оборудования и его загрузки

Количество и загрузку сборочного оборудования (сборочных стандов), требуемого для выполнения отдельных операций, определяют в следующем порядке:

1. Расчетное количество оборудования (рабочих мест) для выполнения i -й операции

$$P_{ip} = \frac{T_{шт.к.i} \cdot N}{60 \cdot F \cdot K_a}, \quad (9)$$

где $T_{шт.к.i}$ – штучно-калькуляционное время (для массового производства использовать штучное время $T_{шт}$) i -й операции, мин; N – годовой объем выпуска данного изделия; $F = 4055$ – годовой фонд времени работы оборудования в две смены, час; $K_a = 1,1 \dots 1,3$ – коэффициент выполнения норм времени.

При известной программе выпуска для многономенклатурного производства расчетное число рабочих мест (оборудования) для выполнения i -й операции определяют по формуле

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^m T_{шт.к.i,j} \cdot N_j}{60 \cdot F \cdot K_a}, \quad (10)$$

где $T_{шт.к.i,j}$ – штучно-калькуляционное время i -й операции над j -й деталью; N_j – объем выпуска в год j -го изделия, m – число наименований изделий в номенклатуре.

2. Принятое количество оборудования (рабочих мест) P_n получают, округляя расчетное число P_{ip} до ближайшего большего целого.

3. коэффициент загрузки i -го рабочего места выполнением i -й операции в течение года, при объеме выпуска заданного изделия

$$\eta_{ip} = \frac{P_{ip}}{P_n}. \quad (11)$$

Расчетный коэффициент загрузки η_{ip} не должен превышать нормативного значения η_n ($\eta_n = 0,8 \dots 0,85$ – для мелкосерийного и серийного производства, $\eta_n = 0,75 \dots 0,8$ – для крупносерийного производства, $\eta_n = 0,65 \dots 0,75$ – для массового производства).

Пункты 1, 2, 3 выполняют для всех операций техпроцесса.

При получении малой загрузки оборудования на некоторых однотипных операциях следует, по возможности, выполнять их на одном станке, после его переналадки, или

объединить эти операции в одну, применив более универсальное оборудование. Расчетное и принятое количество оборудования, коэффициент загрузки оборудования для каждой операции следует свести в таблицу.

1.15 Уточнение типа и формы организации сборочного производства

В соответствии с ГОСТ 3.1119-83 тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций

$$K_{з.о} = \frac{\sum \Pi_i}{\sum R_i} \quad (12)$$

где $\sum \Pi_i$ – суммарное число различных операций (над одним или разными изделиями), выполняемых в данном производственном подразделении за одну смену в течение планового периода; $\sum R_i$ – явочное число основных производственных рабочих (сборщиков) в одной смене в данном подразделении.

ГОСТ 3.1108-74 устанавливает следующие значения $K_{з.о}$ для типов производства:

$K_{з.о}=1$ – для массового; $K_{з.о} = 1...10$ – для крупносерийного; $K_{з.о} = 10...20$ – для средне-серийного; $K_{з.о} = 20...40$ – для мелкосерийного; $K_{з.о} > 40$ – для единичного.

Расчет $K_{з.о}$ для уточнения типа производства выполняется исходя из ранее определенного числа рабочих мест и коэффициентов их загрузки, в следующем порядке.

1. Если η_{ip} получится меньше нормативного, то l -е рабочее место можно использовать для выполнения аналогичных операций над данным или другими изделиями. При условии, что эти операции имеют примерно ту же трудоемкость, приближенно определяют общее число операций, которые можно выполнить в течение года на i -м рабочем месте:

$$\Pi_i = \frac{\eta_n}{\eta_{ip}} \quad (13)$$

Пункт 1 выполняют для всех операций техпроцесса. Значения Π_i сводят в таблицу вместе с коэффициентами загрузки и количеством оборудования.

2. Общее количество операций для всех принятых рабочих мест $\sum \Pi_i$ определяют сложением расчетных значений Π_i .

3. Явочное число основных производственных рабочих приближенно принимают равным суммарному числу принятых рабочих мест

$$\sum R_i = \sum P_{in} \quad (14)$$

4. Рассчитывают $K_{з.о}$ по (1.17) и уточняют тип и организационную форму сборочного производства.

Для серийного производства следует определить объем партии изделий для единовременного запуска в производство

$$m = N \cdot a / \Phi \quad (15)$$

где N – годовой объем выпуска изделий; a – периодичность выпуска изделий в днях (для крупных изделий $a = 2-3$, для средних изделий $a = 3...6$, для мелких изделий $a = 6...10$); Φ – число рабочих дней в году.

Расчетный объем партии обычно корректируют, приравнивая к норме сменной выработки или емкости унифицированной тары.

2 НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАЗДЕЛ

Этот раздел проекта выполняется за счет сокращения технологического раздела, по согласованию с руководителем. Конкретная тема научно-исследовательского раздела, состав его подразделов, и листов графической части отражаются в задании на курсовой проект. Как правило, она должна быть логически связана с темой проекта. Рекомендуются излагать содержание этого раздела в следующем порядке:

- цель и задачи исследований;
- состояние исследуемой проблемы;
- методика исследований, применяемое оборудование и оснащение;
- результаты исследований и анализ их достоверности;
- области применения, значимость, технико-экономический эффект исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой части пояснительной записки в краткой форме излагаются особенности и предполагаемый технико-экономический эффект при использовании выполненных в проекте технологических и конструкторских разработок (повышение производительности, снижение доли бракованных изделий, ресурсосбережение, повышение уровня безопасности, снижение загрязнения окружающей среды, повышение культуры производства).

СПИСОК ЦИТИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

В этой части пояснительной записки приводится список литературных источников, нормативных документов, Интернет-ресурсов, из которых при выполнении проекта заимствовались информация и на которые в тексте пояснительной записки следует указать ссылки.

ПРИЛОЖЕНИЯ

В приложения к пояснительной записке выносятся результаты разработок, понимание которых возможно без тесной связи с основным текстом. Обычно это комплект технологической документации на спроектированный техпроцесс, включающий титульный лист, маршрутные карты (МК), операционные карты (ОК), карты операционных эскизов (КЭ), спецификации к сборочным чертежам; алгоритмы и компьютерные программы; описание устройств и приборов и т. п.

ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Пояснительная записка оформляется с учетом требований ГОСТ 2.105-95 [2]. Каждая страница пояснительной записки пишется на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210 x 297 мм). Титульный лист и задание оформляются по установленной

форме (приложения А и Б). Далее на отдельной странице приводится аннотация проекта. Следующая страница, на которой начинается содержание (оглавление), оформляется с основной надписью расчетно-пояснительной записки (штампом) высотой 40 мм и рамкой, отстоящей от левого края листа на 20 мм, а от остальных краев – на 5 мм [37]. Содержание указывает номера и заголовки всех разделов, подразделов, пунктов, и других поименованных частей записки, и номера страниц, с которых они начинаются. Последующие листы записки оформляются с такой же рамкой, но со штампом высотой 15 мм [37]. Страницы записки нумеруют по порядку арабскими цифрами в соответствующей графе штампа, начиная с титульного листа и заканчивая последней страницей приложений. На титульном листе и задании номера не ставят. Текст пишется с оставлением полей от краев листа: сверху – 20 мм; снизу и слева – 30 мм; справа – 10 мм. На странице со штампом высотой 40 мм нижнее поле 55 мм. При оформлении записки с помощью графических устройств вывода ЭВМ рекомендуются следующие параметры основного текста: шрифт Arial или Times New Roman; размер шрифта 12 или 14 p; выравнивание по ширине; расстояние между строк в 1 интервал; абзацный отступ 10 мм. Номера и заголовки разделов, подразделов, пунктов пишутся полужирным шрифтом размером соответственно 14 или 16 pt, с выравниванием по середине страницы, без переноса слов и точки в конце, с расстоянием от основного текста в 2 интервала. Допускается аккуратное рукописное оформление записки черной или синей пастой (чернилами), обычным почерком, с приблизительным соблюдением указанных параметров.

Каждый раздел следует начинать с новой страницы. Разделы нумеруются арабскими цифрами без точки, с пробелом между номером и заголовком. Задание, содержание, введение, заключение, список цитируемых источников не нумеруют. Подразделы нумеруют в пределах раздела двумя числами, разделенными точкой и заданными арабскими цифрами с пробелом между номером и заголовком. Первое число соответствует номеру раздела, а второе число – порядковому номеру подраздела в данном разделе, например 1.12 – двенадцатый подраздел первого раздела. Такой же принцип применяется для нумерации пунктов в пределах подраздела и раздела, например 2.3.1 – первый пункт третьего подраздела второго раздела.

Каждый рисунок (схему, эскиз, график и др.) располагают после первой ссылки на нее в тексте или на следующей странице. Рисунок сопровождается подписочной подписью, состоящей из слова «Рисунок», его номера, наименования и расшифровки буквенных или цифровых обозначений на нем (если они не даны в тексте). Рисунки нумеруют по тому же принципу, что и подразделы.

Каждую таблицу располагают после первой ссылки на нее или на следующей странице. Слева над таблицей выполняется запись, состоящая из слова «Таблица», номера таблицы и ее наименования. Таблицы нумеруют по тому же принципу, что и подразделы. Таблицы чертят тонкими линиями, без деления граф диагоналями. При необходимости продолжения таблицы на следующей странице предусматривают строку с номерами столбцов на обеих страницах, а головку таблицы не повторяют. Слева над продолжением таблицы выполняется запись, состоящая из слов «Продолжение таблицы» и ее номера.

Каждую формулу располагают в том месте раздела, где она непосредственно впервые используется для расчета, и отделяют от текста сверху и снизу двумя межстрочными интервалами. В конце последней строки, занимаемой формулой, в круглых скобках указывается номер формулы. Формулы нумеруют по тому же принципу,

что и подразделы. В следующей за формулой строке после слова «где» приводится расшифровка параметров формулы, с указанием размерности после запятой.

Ссылки на цитируемые источники, из которых заимствуются формулы, расчетные данные, рекомендации обозначаются порядковым номером соответствующего источника в их списке, заключенным в квадратные скобки. Каждый источник в списке нумеруют арабскими цифрами в порядке появления в тексте первой ссылки на него.

Технологическая документация оформляется в соответствии со стандартами ЕСТД: титульный лист – по ГОСТ 3.1105-2011; маршрутные карты – по ГОСТ 3.1118-82 (форма 1 для первого листа, форма 1б – для последующих); операционные карты – по ГОСТ 3.1404-86 (форма 3 для первого листа, форма 2а – для последующих); карты эскизов – по ГОСТ 3.1105-2011 (форма 7). Правила и примеры оформления технологической документации приведены в [9].

ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

Графическая часть оформляется с помощью графических устройств вывода ЭВМ или ручным черчением карандашом или тушью.

Сборочный чертеж изделия выполняется на одном листе формата А1 или А2 (в соответствии с заданием на курсовой проект) и должен отвечать требованиям ЕСКД.

Размерный анализ изделия и техпроцесса сборки оформляется на одном листе формата А1. На нем в увеличенном масштабе изображается фрагмент изделия, включающий только те детали, размеры которых входят как составляющие звенья в выявленную сборочную конструкторскую размерную цепь (п. 1.6.1). Над изображением фрагмента записываются слова «Схема конструкторской сборочной размерной цепи». Рядом с этим фрагментом следует изобразить схему сборочной конструкторской размерной цепи так, чтобы выносные линии, соответствующие границам размеров, были продолжением (отходили от) изображений основных и вспомогательных конструкторских баз деталей, изображенных на фрагменте изделия. Основные и вспомогательные конструкторские базы деталей и границы исходного звена обозначаются на фрагменте изделия римскими цифрами, а детали обозначаются позициями в соответствии со спецификацией изделия. Под изображением фрагмента изделия дается описание границ размеров конструкторской цепи и деталей, которым эти границы принадлежат. Под описанием размеров и их границ приводится проверка условия замкнутости цепи и таблица с номинальными и предельными значениями всех размеров цепи, полученными в результате ее расчетов.

Если достижение точности замыкающего звена размерной цепи обеспечивается методом пригонки или методом регулирования, то дополнительно приводится второе изображение фрагмента изделия, рядом с которым изображается схема технологической сборочной размерной цепи, формируемой при предварительной сборке фрагмента изделия без компенсатора и с эталоном на месте исходного звена конструкторской цепи. Над изображением фрагмента следует написать слова «Схема технологической сборочной размерной цепи». Изображение схемы технологической цепи следует формировать аналогично изображению схемы конструкторской цепи. Под изображением фрагмента изделия дается описание границ размеров технологической

цепи и деталей и элементов сборочной оснастки, которым эти границы принадлежат. Под описанием размеров и их границ приводится проверка условия замкнутости цепи, проверка условия достижения точности замыкающего звена конструкторской цепи и таблица с номинальными и предельными значениями всех размеров цепи, полученными в результате ее расчетов. Также приводится схема компенсации суммарного расширенного допуска составляющих звеньев конструкторской размерной цепи. При использовании метода регулирования неподвижными компенсаторами разной толщины отдельно приводится таблица с номинальными и предельными значениями компенсаторов всех ступеней.

Если достижение точности замыкающего звена размерной цепи обеспечивается методом групповой взаимозаменяемости, то под фрагментом изделия с построением конструкторской размерной и описанием результатов ее расчета следует привести также таблицу со значениями составляющих звеньев во всех группах их сортировки.

Схемы сборки оформляются на одном листе формата А1. На этом листе приводятся схемы общей, узловой и, при необходимости, предварительной и промежуточной сборки.

На схеме сборки каждая деталь или сборочная единица обозначается прямоугольником, разделенным на три секции, в которых указывается наименование и шифр детали или сборочной единицы по спецификации к сборочному чертежу, номер позиции этого элемента по спецификации к сборочному чертежу и число таких элементов в одном изделии. Процесс сборки изображается прямой линией, соединяющей прямоугольник, соответствующий базовой (корпусной) детали, и прямоугольник, соответствующий готовому изделию. Рекомендуется прямоугольники, соответствующие сборочным единицам, располагать с одной стороны от линии сборки, а прямоугольники, соответствующие деталям – с другой стороны, чтобы легче их различать. Эти прямоугольники соединяют линиями с линией сборки в соответствующем порядке присоединения деталей и сборочных единиц. К точкам соединения указанных линий подводят линии - выноски, на полках которых, при необходимости, указывают технические условия выполнения соединения (запрессовать, пригнать компенсатор, регулировать положение детали, контролировать зазор, затянуть крутящим моментом и т. п.). Примеры составления схем сборки приведены в [4,10, 17].

Операционные эскизы выполняются на листах формата А1 при расположении основной надписи (штампа по ГОСТ 2.104-68), общей для всех эскизов листа, вдоль длинной стороны листа. Свободное от штампа поле листа разделяют тонкими линиями на 6 частей (по три части в два ряда), каждая из которых используется для изображения эскиза одной операции (установка, позиция, перехода). Следует изображать эскизы наиболее важных операций, на которых формируются основные конструктивные элементы изделия разными методами соединения деталей.

В верхней части каждого эскиза записывается слово «Операция», номер и наименование операции. Для концентрированных операций ниже записывается слово «Установка» и обозначение установка прописной буквой русского алфавита (если их несколько в составе операции), слово «позиция» и номер позиции арабскими цифрами (если их несколько в составе операции, установка), слово «переход» и номер перехода арабскими цифрами (если их несколько в составе операции, установка, позиция). Ниже изображают одну или несколько проекций изделия (полуфабриката) в том составе, который получается после данной операции (установка, позиция, перехода). Число

проекций должно быть минимально достаточным для уяснения состава и положения частей изделия (полуфабриката). Положение главной проекции должно соответствовать виду спереди или сверху на рабочую зону сборочного оборудования (стенда). В контакте с технологическими базами изделия (полуфабриката) изображают обозначения идеальных опорных точек (схему базирования) с учетом ГОСТ 21495-76. Деталь или сборочную единицу, присоединяемую к полуфабрикату или к базовой детали, рекомендуется выделять утолщенными линиями. Для получаемых соединений указывают обозначения формируемых посадок, получаемые при сборке размеры с предельными отклонениями, характеристики затяжки резьбовых соединений и другие параметры качества соединений деталей. Слесарно-сборочные инструменты изображают упрощенно, без мелких конструктивных элементов, в рабочем положении, в том же масштабе, что и изделие. Рядом с инструментом и изделием стрелками изображают направления рабочих и вспомогательных движений, выполняемых во время сборочного перехода и их обозначения (D_r – рабочее движение, D_b – вспомогательное движение). В правом нижнем углу эскиза изображается таблица, в которой указываются наименование и модель оборудования или сборочного стенда, номера и наименования сборочных инструментов для каждого перехода (если их несколько, и их номера указаны рядом с изображениями инструментов), режимы сборки, основное и штучное (штучно-калькуляционное) время. Примеры оформления операционных эскизов в графической части проекта приведены в [17, 19].

СПИСОК ЦИТИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Балабанов, А.Н. Технологичность конструкций машин. – М.: Машиностроение, 1987.
2. Общие правила оформления текстовых документов: ГОСТ 2.105 95.
3. Допуски и посадки: справочник. – в 2-х ч. / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – Л.: Машиностроение, 1983. – Ч.1. – 543 с.; – Ч.2. – 448 с.
4. Замятин, В.К. Технология и оснащение сборочного производства машино – приборостроения: справочник. – М.: Машиностроение, 1995. – 608 с.
5. Маталин, А.А. Технология машиностроения: учебник для вузов. – Л.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
6. Методические указания к практической работе «Выявление сборочных конструкторских размерных цепей» для студентов специальности 36 01 01 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроения» / сост. О.А. Медведев. – Брест: БрГТУ, 2004. – 14 с.
7. Методические указания к практической работе «Выявление технологических размерных цепей и их расчет методом максимума-минимума и теоретико-вероятностным методом» по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» / сост. О.А. Медведев. – Брест: БрГТУ, 2012. – 43 с.
8. Методические указания к практическим работам «Достижение точности замыкающих звеньев при сборке методами пригонки и регулирования» по дисциплине «Технология машиностроения (отраслевая)» для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» / сост. О.А. Медведев. – Брест: БрГТУ, 2004. – 35 с.

9. Методические указания «Правила оформления технологической документации в курсовых и дипломных проектах студентов машиностроительных специальностей» для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения», 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительных производств» / сост. О.А. Медведев. – Брест: БрГТУ, 2015. – 28 с.
10. Новиков, М.П. Основы технологии сборки машин и механизмов. – М.: Машиностроение, 1980. – 592 с.
11. Общемашинностроительные нормативы времени на слесарную обработку деталей и слесарно-сборочные работы по сборке машин и приборов в условиях массового, крупносерийного и среднесерийного типов производства. – М.: Экономика, 1991. – 159 с.
12. Общемашинностроительные нормативы времени на слесарную обработку деталей и слесарно-сборочные работы по сборке машин. Мелкосерийное и единичное производство. – М.: НИИтруда, 1987. – 202 с.
13. Солонин, И.С. Расчет сборочных и технологических размерных цепей / И.С. Солонин, С.И. Солонин. – М.: Машиностроение. 1980. – 110 с.
14. Справочник контролера машиностроительного завода. Допуски, посадки, линейные измерения / под ред. А.И. Якушева. – М.: Машиностроение, 1980. – 527 с.
15. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. / под ред. А.М. Дальского. – М.: Машиностроение, 2001. – Т.1. – 914 с.
16. Справочник технолога-машиностроителя.: в 2-х т. / под ред. А.М. Дальского. – М.: Машиностроение, 2001. – Т.2. – 949 с.
17. Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирования: учеб. пособие / М.Ф. Пашкевич [и др.]; под ред. М.Ф. Пашкевича. – Минск: Изд-во Гревцова, 2010. – 400 с.: ил.
18. Технология машиностроения (специальная часть): учебник для вузов / А.А. Гусев, Е.Р. Ковальчук, И.М. Колесов [и др.]. – М.: Машиностроение, 1986. – 480 с.
19. Худобин, Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие / Л.В. Худобин, В.Ф. Гурьянихин. – М.: Машиностроение, 1989. – 288 с.

Приложение А

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту по дисциплине
«Основы технологии машиностроения»
на тему

«Технологический процесс сборки _____».

Разработал студент гр. Т – 82

Зданович Г.М.

Руководитель проекта
старший преподаватель

Ялковский Н.С.

Брест 2017

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»
Машиностроительный факультет
Кафедра «Технология машиностроения»

«Утверждаю»
Заведующий кафедрой _____
« ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект по дисциплине «Основы технологии машиностроения»
студенту гр. Т-84 Здановичу Г.М.
на тему «Техпроцесс сборки редуктора КСША 40.01.000»

Исходные данные:

1. Сборочный чертёж редуктора КСША 40.01.000»
2. Годовой объём выпуска 5000 шт.
3. Режим работы – двухсменный.
4. Материалы конструкторско-технологической практики.

Содержание расчётно-пояснительной записки.

Введение.

1. Разработка технологического процесса.
 - 1.1. Служебное назначение и конструкция изделия.
 - 1.2. Анализ технических условий на изготовление изделия.
 - 1.3. Анализ технологичности конструкции изделия.
 - 1.4. Определение формы организации сборочного производства.
 - 1.5. Критический анализ базового техпроцесса сборки изделия.
 - 1.6. Размерный анализ конструкции изделия.
 - 1.6.1 Выявление и обоснование сборочной конструкторской размерной цепи.
 - 1.6.2 Выбор метода достижения точности сборки.
 - 1.6.3 Расчёт сборочной размерной цепи. Корректировка технических условий изготовления деталей изделия
- 1.7. Выбор методов соединения деталей при сборке.
- 1.8. Определение последовательности соединения деталей и сборочных единиц.

Заключение.

Список цитируемых источников.

Приложения: комплект технологической документации (МК, ОК, КЭ, КК); спецификации к сборочным чертежам;

Содержание и объём графической части:

1. Сборочный чертёж изделия 1 л. Ф. А1. 2. Размерный анализ конструкции изделия 1 л. Ф. А1
3. Технологические схемы общей и узловой сборки 1л. Ф. А1, Операционные эскизы сборки 2л. Ф. А1

Задание выдано 10.02.2017. Руководитель проекта ст. преп. _____ Ялковский Н.С.

Срок сдачи проекта 05.06.2017. Задание принял к исполнению 10.02.2017

(дата и подпись студента)

Составители:
Олег Анатольевич Медведев
Николай Степанович Ялковский

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

по дисциплине
«Основы технологии машиностроения»
для студентов специальности 1- 36 01 01
«Технология машиностроения»

Ответственный за выпуск: Медведев О.А.
Редактор: Боровикова Е.А.
Компьютерная вёрстка: Соколюк А.П.
Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано в печать 20.12.2016 г. Формат 60x84 1/16. Бумага «Performer».
Гарнитура «Arial Narrow». Усл. печ. л. 1,86. Уч. изд. л. 2,0. Заказ № 1231. Тираж 50 экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.